



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

**GUSTAVO BIZINOTO DE ALMEIDA OLIVEIRA
RA:2088145/0**

**ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO
EM FACHADA DE UM EDIFÍCIO EM BRASÍLIA-DF**

**BRASÍLIA
2013**

GUSTAVO BIZINOTO DE ALMEIDA OLIVEIRA

**ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO
EM FACHADA DE UM EDIFÍCIO EM BRASÍLIA-DF**

**Monografia apresentada como
exigência para obtenção do grau de
Bacharelado em ENGENHARIA CIVIL
do CENTRO UNIVERSITÁRIO DE
BRASÍLIA.**

**Orientador: D.Sc. João da Costa
Pantoja**

**BRASÍLIA
2013**

GUSTAVO BIZINOTO DE ALMEIDA OLIVEIRA

**ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO
EM FACHADA DE UM EDIFÍCIO EM BRASÍLIA-DF**

**Monografia apresentada como
exigência para obtenção do grau de
Bacharelado em ENGENHARIA CIVIL
do CENTRO UNIVERSITÁRIO DE
BRASÍLIA.**

Orientador: João da Costa Pantoja

Brasília, 22 de maio de 2013.

Banca Examinadora

Eng. D.Sc.: João da Costa Pantoja
Orientador

Eng. M.Sc.: Irene de Azevedo Lima Joffily
Examinadora

Eng. D.Sc.: Mácio R. Buzar
Examinador Externo

Dedico esse trabalho aos meus pais, Celma e Uilon, que sempre me apoiaram em minhas decisões e sempre acreditaram no meu sucesso. Aos esforços que fizeram para eu conseguir concluir o meu curso. Ao meu irmão, Henrique, amigo e companheiro inseparável.

À minha filha, Liz, que chegará em breve e iluminará meu mundo e à minha namorada Denise que sempre me deu amor, amizade e companheirismo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	09
ABSTRACT.....	10
CAPÍTULO 1	11
1.1 Construção civil e cerâmica no Brasil	11
1.2 Justificativa para o estudo do tema.....	13
1.3 Objetivos	15
1.4 Metodologia.....	16
CAPÍTULO 2	17
2.1 Introdução ao RCF	17
2.2 Base	20
2.3 Chapisco	21
2.4 Emboço	22
2.5 Camada de fixação	25
2.6 Placa cerâmica.....	27
2.7 Juntas.....	30
CAPÍTULO 3	36
3.1 Patologias do RCF	36
3.2 Tipo de manifestações	38
3.2.1 Destacamentos ou descolamentos.....	36
3.2.2 Eflorescências	41
3.2.3 Trincas, gretamento e fissuras.....	45
CAPÍTULO 4	47
4.1 Execução de diagnóstico em RCF	47
4.2 Levantamentos de subsídios.....	49
4.2.1 Vistoria local	49
4.2.2 Anamnese do caso	50
4.2.3 Exames complementares	51
4.2.4 Pesquisa	52
4.3 Diagnóstico	52
CAPÍTULO 5	55
5.1 Caracterização	55
5.2 Levantamentos de subsídios.....	56

5.2.1 Vistoria local	56
5.2.2 Anamnese do caso	67
5.2.3 Exames complementares	67
5.3 Diagnóstico	72
CAPÍTULO 6	74
6.1 Conclusões	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	75
ANEXO A	79
ANEXO B	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Evolução do número de ocupados na Construção Civil	11
Figura 1.2 – Vendas de revestimentos cerâmicos no mercado interno.....	12
Figura 1.3 – Produção de revestimentos cerâmicos no mercado interno.....	13
Figura 2.1 – Camadas básicas do revestimento externo	18
Figura 2.2 – Fissuração da argamassa por retração na secagem	24
Figura 2.3 – Tipos de juntas	30
Figura 2.4 – Exemplo de fator forma recomendado	33
Figura 2.5 – Localização da junta de movimentação	34
Figura 3.1 – Análise dos problemas patológicos	37
Figura 3.2 – Destacamento ou descolamento do RCF.....	39
Figura 3.3 – Eflorescência em pastilhas cerâmicas	42
Figura 4.1 – Fluxograma para diagnóstico de patologias.....	48
Figura 4.2 – Fluxograma para diagnóstico de patologias.....	53
Figura 4.3 – Árvore de diagnóstico para destacamentos nos RCF	54
Figura 5.1 – Edifício com descolamento do RCF	56
Figura 5.2 – Fachada frontal e detalhe do lado esquerdo desta	57
Figura 5.3 – Áreas de descolamento da cerâmica.....	58
Figura 5.4 – Juntas falsas nos pilares do térreo.....	58
Figura 5.5– Fachada da lateral direita.....	59
Figura 5.6 – Detalhe de descolamento com ranhuras.....	60
Figura 5.7 – Detalhe de descolamento com ranhuras.....	61
Figura 5.8 – Detalhe de descolamento com ranhuras.....	62
Figura 5.9 – Detalhe de descolamento misto	62
Figura 5.10 – Descolamento da fachada da lateral esquerda	63
Figura 5.11– Descolamento da fachada posterior.....	64
Figura 5.12– Descolamento da fachada posterior.....	65
Figura 5.13– Infiltrações no apartamentos	66
Figura 5.14 – Juntas deterioradas.....	66
Figura 5.15 – Localização dos ensaios	68
Figura 1 - Detalhe de rompimento entre argamassa colante e cerâmica.....	69
Figura 2 - Detalhe de rompimento entre argamassa colante e emboço.....	70
Figura 5.18 3- Detalhe de rompimento no substrato	70
Figura 5.19 - Detalhe de rompimento entre cerâmica/ argamassa colante	71

Figura 5.20 4– Detalhe de fratura na interfase substrato/chapisco	71
Figura 5.21 5– Detalhe de rompimento no emboço	72
Figura 5.22 6- Detalhe de rompimento no emboço	72

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1: Estimativa de vida útil para os revestimentos externos.....	14
Tabela 2.1: Principais materiais do revestimento externo	19
Tabela 2.2: Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos	24
Tabela 2.3: Exigências mecânicas das argamassas adesivas industrializadas	27
Tabela 2.4: Grupos de absorção de água das placas cerâmicas	28
Tabela 2.5: Classificação das placas cerâmicas quanto à resistência à abrasão.....	29
Tabela 2.6: Classificação e uso da argamassa para rejuntamento.....	32
Tabela 3.1: Origens dos problemas patológicos.....	37
Tabela 3.2: Eflorescências e seus reparos	44
Tabela 5.1: Resumo das áreas de descolamento.....	65
Tabela 5.2: Resumo dos resultados obtidos nos testes de aderência à tração.....	69

RESUMO

Este trabalho aborda, por meio de uma revisão bibliográfica, as diferentes camadas constituintes do revestimento cerâmico de fachada, bem como as patologias ocorrentes neste tipo de vedação de edifícios e uma metodologia de diagnóstico desse tipo de manifestação, para que haja a correta identificação do problema. Metodologia esta que se fundamenta basicamente em análise de documentação; inspeção visual; coleta de dados; identificação das manifestações patológicas e testes de resistência à tração.

As patologias abordadas neste trabalho são: as eflorescências, as trincas e fissuras e os descolamentos, este ultimo será evidenciado no estudo de caso de um edifício localizado em Brasília no Distrito Federal.

Busca-se disseminar o conhecimento disponível sobre o procedimento correto e as principais patologias em revestimentos cerâmicos de fachada, no intuito de, cada vez mais, diminuir a ocorrência destes problemas que são onerosos, tanto para os usuários quanto para as construtoras que muita das vezes são responsabilizadas pelo problema.

Palavras-chave: Revestimentos cerâmicos, fachada, patologias, descolamento.

ABSTRACT

This paper discusses, through a literature review, the various constituent layers of ceramic tile facade, as well as pathologies occurring in this type of sealing buildings and a diagnostic methodology of this type of manifestation, for there to be a correct identification of the problem. This methodology is based primarily on an analysis of documentation, visual inspection, data collection, identification of pathological manifestations and tensile tests.

The pathologies covered in this work are: efflorescence, at cracks and detachment. They will be shown in the case study of a building located in Brasilia, Distrito Federal.

Seeks to disseminate knowledge on the correct procedure and the main pathologies in ceramic tile facade in order to increasingly decrease the occurrence of these problems that are costly, both for users and for builders who much of the time are blamed for the problem.

Keywords: ceramic,facades,pathology

Capítulo 1

1.1 Construção civil e o uso da cerâmica no Brasil

A construção civil no Brasil aumentou significativamente nas duas últimas décadas, devido a fatores econômicos e políticos. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2012 mostram que o produto interno bruto (PIB) neste setor apresentou um crescimento de mais de 80% nesse período. Ações governamentais como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), programa “Minha casa, minha vida”, dentre outros financiam e facilitam o crescimento do setor.

Segundo um boletim do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE) a construção civil pode ser apontada como um dos segmentos responsáveis pelo dinamismo econômico e do mercado de trabalho, tendo assim uma grande importância na economia do país atualmente. Identificada pela alta geração de empregos e absorção de trabalhadores com baixo nível de escolaridade. Neste contexto o Distrito Federal se sobrepõe às outras capitais em relação ao número de ocupados na construção civil conforme pode ser observado pela Figura 1.1.

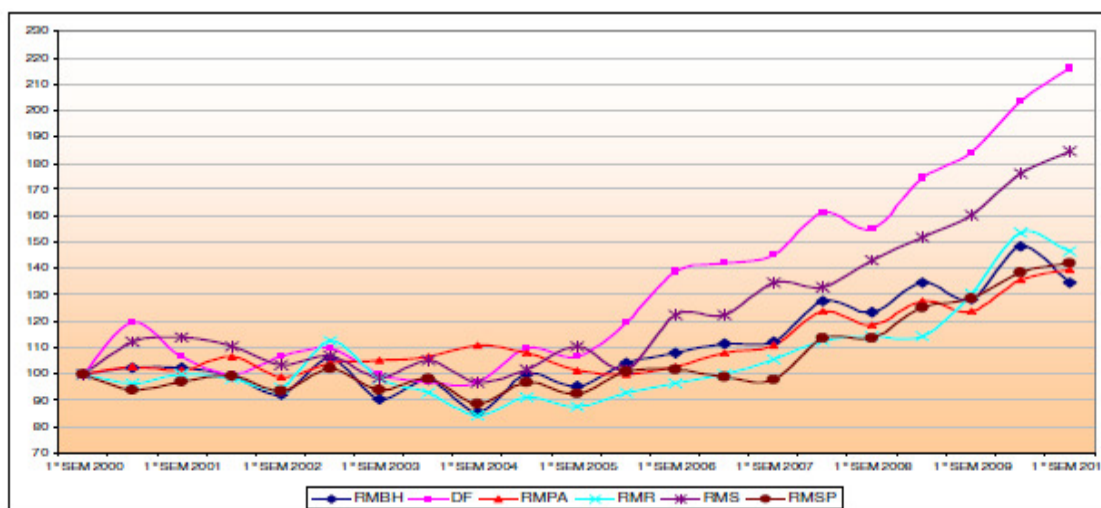


Figura 1.1 – Evolução do número de ocupados na Construção Civil

Regiões Metropolitanas e Distrito Federal (1º semestre 2000 a 1º semestre de 2010.)

Fonte: ANFACER. Disponível em: <http://www.dieese.org.br> acesso em 2013.

No setor industrial da construção o material que também apresenta um crescimento é o uso da cerâmica. O Brasil, segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para revestimentos, louças sanitárias e congêneres (ANFACER) é o segundo maior consumidor mundial de cerâmica com uma estimativa de 828,9 milhões de m² consumidos em 2012 e também segundo maior produtor com 895 milhões de m² produzidos neste mesmo ano. Somente a China produz mais que o país. As Figuras 1.2 e 1.3 mostram que o país vem empregando cada vez mais revestimentos cerâmicos e a capacidade de produção das indústrias também aumenta.

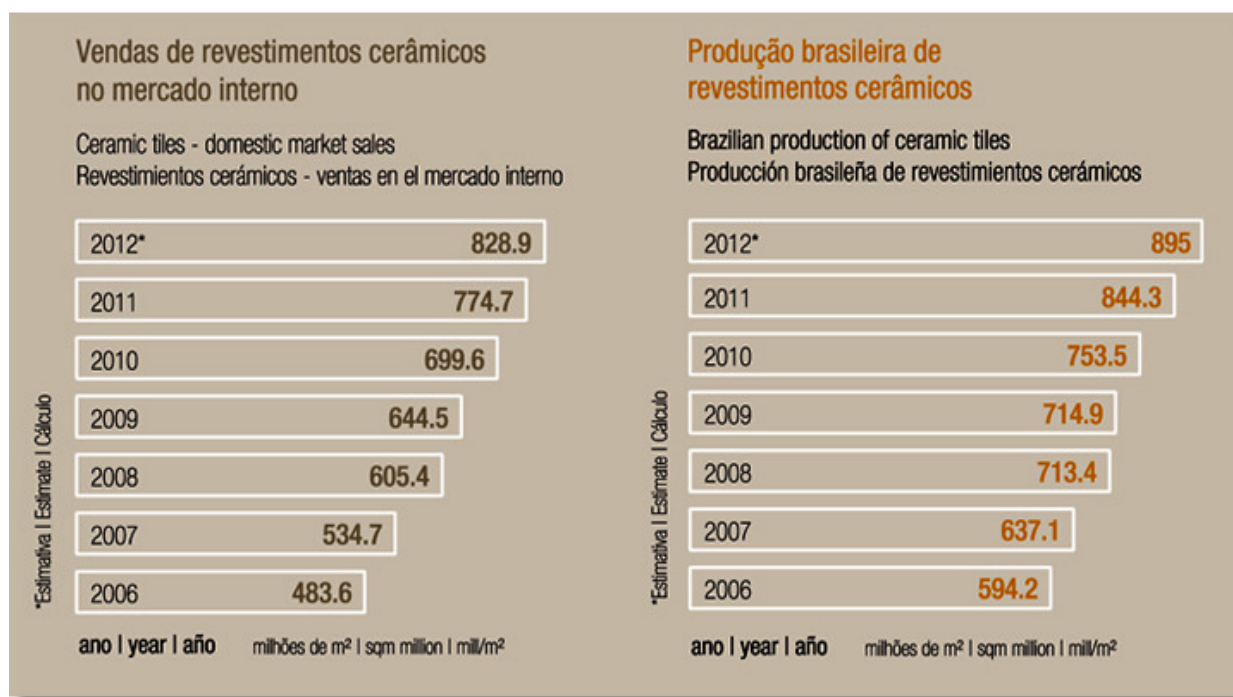


Figura 1.2 – Vendas de revestimentos cerâmicos no mercado interno

Fonte: ANFACER. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br>

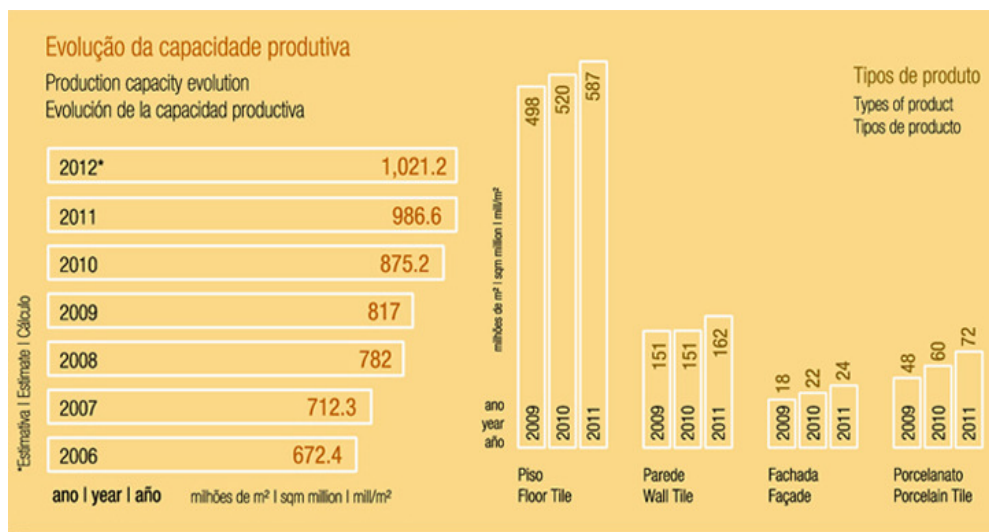


Figura 1.3 – Produção de revestimentos cerâmicos no mercado interno

Fonte: ANFACER. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br>

1.2 Justificativa para o estudo do tema

As placas cerâmicas são materiais de variados tamanhos e formas obtidas a partir da queima de uma pasta onde o principal componente é a argila. Este processo confere ao material resistência e dureza. O tipo de queima e o material constituinte de cada cerâmica definem propriedades que são classificadas quanto sua composição, resistência ao ataque de agentes químicos, característica de superfície, processo de fabricação, resistência à abrasão, absorção de água dentre outras. “Os revestimentos cerâmicos têm a propriedade de inibir a carbonatação das estruturas de concreto”(CAMPANTE,2001). É enquanto material de construção, durável conforme analisado por SHOHET (1996), em meio ambiente considerado corrosivo¹.

O motivo principal para o uso do revestimento cerâmico em fachada (RCF)² se deve a facilidade para limpeza, resistência à ambientes corrosivos e não apresenta um desgaste acentuado ao longo do tempo garantindo um baixa manutenção e assim ganha o status de um sistema bom, bonito e relativamente barato de acordo com ROSCOE (2008). Segundo a autora o Brasil possui um clima favorável a utilização

¹ Proximidade de ambientes marinhos (até 1 km), fontes poluidoras (até 2 km) ou rodovias de alto tráfego.

² A partir deste momento utiliza-se essa sigla para se referir ao revestimento cerâmico em fachada.

desse sistema, principalmente em regiões litorâneas, onde a maresia é um fator determinístico para a escolha deste material. Há assim uma valorização de edifícios com este material empregado pelo desempenho físico e estético que este produto apresenta.

Pesquisas realizadas por SHOHET (1996) mostram que manifestações patológicas nas fachadas em ambientes agressivos ocorrem em 50% dos casos em fachadas revestidas com argamassas cimentícias com menos de 10 anos de uso e 89% naqueles com mais de 10 anos; entretanto edificações que utilizaram revestimentos cerâmicos alcançaram resultados significativamente menores com 16% e 25%, respectivamente. Evidencia-se assim o desempenho que, quando bem aplicado, o revestimento cerâmico pode proporcionar. A Tabela 1.1 expõe a diferença de vida útil para os diversos revestimentos externos. Considera-se que os identificados como argamassa recebem uma pintura impermeabilizante para sua proteção.

Tabela 1.1: Estimativa de vida útil para os revestimentos externos (SHOHET, 1996).

Categoria do meio-ambiente	Argamassa cimentícia	Argamassa sintética	Revestimento cerâmico	Pedras
não-corrosivo	10-15 anos	12-15 anos	acima de 15 anos	acima de 25 anos
corrosivo	5 anos	8-12 anos	10-15 anos	mais de 25 anos

A cultura brasileira de desvalorização da fase de projeto combinada com a escassez de mão-de-obra qualificada, a falta de treinamento dos operários e a dificuldade de fiscalização deste tipo de serviço resultam em uma má execução e conseqüentemente surgimento de patologias. Pode-se somar a falta de manutenção e a limpeza incorreta com produtos químicos como um causa secundária dessas patologias.

Os custos de recuperação das manifestações patológicas nos RCF's são difíceis de mensurar, uma vez que, conforme apresentado no trabalho de Tan et al. (1994) constata-se que uma placa cerâmica com 250g de massa ao cair do 10º andar de um

edifício tem o poder destrutivo de um projétil de arma de fogo. Observa-se assim que além dos custos de recuperação da fachada, que muitas vezes pode ultrapassar o custo inicial para execução do serviço, pode haver custos irreparáveis como também custos relacionados a processos judiciais por danos materiais, como por exemplo, danos causados em veículos próximos as fachadas atingidos por placas destacadas.

O estudo abordado nesta monografia mostra-se relevante, pois as más escolhas e falta de conhecimento por parte dos construtores e engenheiros da área são os fatores que mais prejudicam o desempenho dos revestimentos cerâmicos de fachada³, já que as tecnologias envolvidas no processo são eficazes se forem bem aplicadas.

1.3 Objetivos

A partir dos conhecimentos do nível tecnológico do país e o desempenho conhecido do material cerâmico pode-se supor que não poderia haver tantos problemas com a execução dos RCFs.

Este trabalho tem como objetivo disseminar os conhecimentos a respeito dos materiais utilizados e das patologias que podem ocorrer neste tipo de fachada caso as técnicas recomendadas não sejam aplicadas e utilizar uma metodologia para avaliação de patologias em fachadas no estudo de caso.

Numa visão mais ampla o trabalho desenvolvido tem como objetivo auxiliar os profissionais da área a prevenir, fornecendo informações sobre os procedimentos e auxilia-los a reconhecer as patologias mais comuns neste tipo de revestimento. Como consequência destes objetivos pode-se incluir a diminuição de resíduos gerados pelas manutenções e os grandes prejuízos causados quando essas patologias ocorrem.

1.4 Metodologia

O trabalho consiste em um estudo de caso de um edifício, localizado no Distrito Federal, que apresenta destacamento de cerâmica em suas fachadas. Será utilizada uma metodologia, apresentada no Capítulo 4 desta monografia, para identificar e

³ A partir deste momento será denominado RCF.

estabelecer um diagnóstico completo das manifestações patológicas apresentadas no edifício.

Primeiramente foi feito uma vistoria no local do estudo e em seguida realizou-se ensaios de resistência de aderência em cinco áreas escolhidas pelo autor. Nestas áreas foram executados seis testes na cerâmica e doze testes no emboço do edifício. A metodologia de diagnóstico apresentada nessa monografia foi seguida em todo o processo de estudo.

Todas as camadas constituintes do sistema e as principais patologias apresentadas no RCF serão explicadas para ao leitor, por meio de uma revisão bibliográfica, para completo entendimento do problema patológico.

CAPÍTULO 2

2.1 Introdução ao RCF

Este capítulo aborda as principais características para execução das diferentes camadas dos revestimentos cerâmicos de fachadas e seus principais materiais compositivos como também suas classificações.

Campante (2001) considera que o RCF deve ter várias funções que interagem com o edifício que podem ser resumidas em:

- Proteção dos elementos de vedação dos edifícios;
- Auxílio às vedações no cumprimento de suas funções, tais como, isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases, dentre outras;
- Regularização da superfície dos elementos de vedação e;
- Servir como acabamento final, cumprindo funções estéticas, de valorização econômica e as relacionadas como o uso do edifício.

Segundo a NBR 13755 (ABNT, 1999) revestimento externo é o conjunto formado por camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassas e revestimento final. Devido à evolução dos processos construtivos os RCF's podem ser classificados dependendo do tipo de aderência ao substrato e, basicamente são divididos em aderidos ou não aderidos.

O revestimento que utiliza de dispositivos especiais, normalmente metálicos, que não permitem a aderência da cerâmica diretamente sobre a base, são classificados com não aderidos. Esta separação de camadas faz com que a fachada tenha um isolamento térmico diferente do convencional. A base é separada do calor transferido por contato direto e há um fluxo de ar que resfria ambas as partes. Este sistema é chamado de parede ventilada. Há de se acrescentar que não há uma norma específica para esse tipo de revestimento no Brasil.

Os RCFs aderidos, assim como os revestimentos internos, são compostos de quatro camadas, sendo estas: base ou substrato, chapisco, camada de regularização ou emboço, camada de fixação e finalmente o acabamento final, que neste caso é a cerâmica, neste trabalho as juntas são consideradas como uma camada devido à sua

importância ao sistema e conforme observado na figura 2.1 há casos em que ela atravessa todas as camadas do RCF.

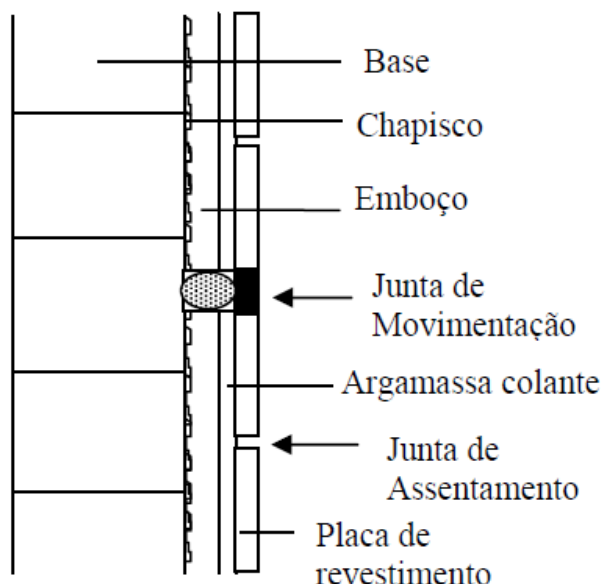


Figura 2.1 – Camadas básicas do revestimento externo

Fonte: Roscoe (2008)

Segundo Sabbatini (1999), o RCF é considerado um conjunto monolítico dessas camadas cuja capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas com argamassa ou material adesivo. Essa visão holística se mostra coerente já que há uma interdependência entre estas camadas para que o sistema apresente o desempenho esperado, ou seja, se há falha em alguma dessas camadas pode-se fragilizar todo o conjunto. Na tabela 2.1 são apresentados os principais materiais constituintes dos RCF aderidos no Brasil.

Tabela 2.1 – Principais materiais do revestimento externo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Sabbatini (1999) e NBR 13755 (ABNT,1999).

Materiais constituintes	Elementos
Concreto armado (pré-moldado ou moldado in loco)	Base
Alvenaria de tijolos maciços	
Alvenaria de blocos cerâmicos.	
Alvenaria de blocos de concreto.	
Alvenaria de blocos de concreto celular.	
Alvenaria de blocos sílico-calcários.	
Argamassa de cimento e areia, podendo ou não conter adesivos.	Preparação da base (chapisco)
Argamassa de cimento, areia e/ou outro agregado fino, com adição ou não de cal e aditivos químicos.	Emboço
Argamassa adesiva à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos.	Assentamento ou fixação
Placa cerâmica e argamassa de rejunte à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos.	Cerâmica e rejunte (junta de assentamento)
Selantes elastoméricos, enchimentos com materiais deformáveis (com densidade aparente na ordem de 0,25g/cm ³) e tiras pré-formadas deformáveis.	Juntas (exceto de assentamento)

2.2 Base

Segundo a NBR 13755 (ABNT, 1999) a base é o substrato constituído por superfície plana de paredes, sobre a qual é aplicada a argamassa colante para o assentamento das placas cerâmicas, ou seja, englobaria as camadas de chapisco, argamassa de regularização e emboço, porém neste trabalho é considerado que base é o componente de sustentação das várias camadas que constituem o RCF e conforme mostrado anteriormente é composto por concreto e alvenaria, quando esta não é estrutural.

É importante conhecer o tipo de base ou substrato utilizado, bem como sua interação com a estrutura no sentido de nortear a escolha do revestimento mais conveniente em cada caso.

Sabendo-se o coeficiente de dilatação dos materiais é possível estabelecer dosagens de argamassas cujo coeficiente seja o mais próximo possível destes materiais evitando tensões exageradas e possíveis falhas.

Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998) quando há dois materiais diferentes constituindo a base e esta for submetida a esforços que gerem deformações diferenciais consideráveis (tais como balanços, platibandas e últimos pavimentos) é necessária a existência de juntas separando o revestimento aplicado em cada material ou é possível obter o desempenho esperado colocando uma tela metálica ou de material semelhante nessa união para que a dilatação dos materiais não provoque fissuras nas camadas subsequentes.

A característica mais significativa da base é que esta tenha uma absorção de água e rugosidade considerável para que as camadas seguintes possam aderir perfeitamente, estabilizando o sistema. Quando essas características não são encontradas faz-se o tratamento de base (chapisco), confere-se assim uma boa ancoragem para a camada seguinte (emboço).

Ainda na preparação da base para aplicação das camadas subsequentes é necessário que esta esteja livre de pó, graxa, óleo, eflorescências, materiais soltos ou qualquer material que prejudique a aderência.

A limpeza segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998) deve ser feita com a base saturada para evitar que a solução de lavagem penetre profundamente no material, pode-se usar escovas, soluções ácidas ou básicas dependendo do material que está impregnado. Quando finalizada a lavagem deve-se esperar secar para iniciar os trabalhos.

2.3 Chapisco

O chapisco segundo Leal (2003) é um procedimento de preparação de base e não se constitui uma camada do revestimento. A espessura média deste tratamento é por volta de 5 mm e depende da areia empregada, devendo apresentar características superficiais de planicidade e absorção de água.

A NBR 7200 (ABNT, 1998) instrui que a argamassa utilizada para o chapisco deve ser aplicada com uma consistência fluida, assegurando maior penetração da pasta na base. Deve-se tomar cuidado para que o chapisco não cubra totalmente esta base e assim perder o seu objetivo.

Segundo a NBR 13755 (ABNT, 1999) a dosagem do chapisco deve ter o traço de 1:3 de cimento e areia grossa úmida, porém segundo Antunes (2010) pode variar a 1:4 (cimento: areia média – grossa, em volume) e 1:5 (cimento : areia fina) sendo que este último é para o chapisco rolado que utiliza em sua composição adesivos poliméricos , aplicado com rolo utilizado para pintura acrílica em uma passada apenas, visto que com mais movimentos pode-se fechar os poros da superfície. Normalmente a aplicação de chapisco é feita por lançamento.

Segundo Just (2001), no chapisco podem ser adicionadas emulsões de polímeros PVA, acrílicos ou estireno para melhorar a aderência em casos onde a superfície se apresenta muito lisa, principalmente nas estruturas de concreto nos casos onde há a presença de películas de desmoldantes que não se consiga retirar de maneira eficiente.

Existe ainda o chapisco industrializado. Em seu preparo exige-se somente o acréscimo de água segundo recomendações de cada fabricante.

2.4 Emboço

O emboço é camada do revestimento cuja principal função é o encobrimento e a regularização da superfície conferindo planicidade e apoio ao revestimento cerâmico.

Maciel et al.(1998) listam as características que a argamassa deve ter no estado fresco, ou seja, na hora da aplicação, são estas:

- Massa específica e teor de ar;
- Trabalhabilidade;
- Retenção de água;
- Aderência inicial e
- Retração na secagem;

A massa específica é a relação entre a massa da argamassa e seu volume podendo ser absoluta ou relativa. Na absoluta não se considera os vazios, já na relativa os considera. Esta também é chamada de massa unitária. A massa específica é importante na dosagem das argamassas, para a conversão do traço em massa para o traço em volume que é o mais utilizado em obra.

A norma NBR 13.755 (ABNT,1999) instrui que a dosagem dessa camada deve estar entre 1:0,5:5 e 1:2:8 em volumes de cimento, cal hidratada e areia média úmida respectivamente.

O teor de ar é a quantidade de ar existente em um certo volume de argamassa. A medida que este cresce a massa específica relativa diminui. Uma argamassa com maior teor de ar tem uma melhor trabalhabilidade, porém se apresentar grandes quantidades pode prejudicar outras características da argamassa, como por exemplo a resistência mecânica e aderência.

Segundo Roscoe (2008) a trabalhabilidade é subjetiva na realidade das obras, pois a sua verificação é feita pelo aplicador que adiciona água para conseguir o nível de trabalhabilidade necessário. Para Maciel et al. (1998) uma argamassa é considerada trabalhável quando:

- Deixar penetrar facilmente a colher do pedreiro, sem ser fluida;
- Mantém-se coesa ao ser transportada, mas não adere à colher ao ser lançada;
- Distribui-se facilmente e preenche todas as reentrâncias da base e;

- Não endurece rapidamente quando aplicada.

A presença de cal e aditivos incorporadores de ar melhoram a propriedade de trabalhabilidade até certo ponto, assim como os materiais constituintes da argamassa, principalmente devido a suas dimensões granulométricas.

A retenção de água representa a capacidade da argamassa de reter a água de amassamento contra a evaporação ou sucção da base. Esta é uma característica importante, pois se a água sair muito rápido a hidratação do cimento fica comprometida e consequentemente a resistência mecânica e ancoragem da camada.

Segundo Moraes (2007) a aderência entre argamassa de emboço e a unidade de vedação é um fenômeno essencialmente mecânico, devido basicamente à penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou entre rugosidade da base de aplicação.

A norma NBR 13.749 (ABNT,1996) mostra que, para o uso como suporte à placa cerâmica, o emboço deve ser desempenado ou sarrafeado. Sua planeza é mensurada a partir de uma régua de dois metros e medem-se as ondulações, que não podem ultrapassar três mm, no comprimento da dela. A norma indica também as espessuras que esta camada deve apresentar de acordo com o local de aplicação e a resistência de aderência à tração que elas devem ter. A tabela 2.2 apresenta esses dados.

Tabela 2.2 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos

Fonte: Elaborado pelo autor com base na norma NBR 13749 (ABNT, 1996)

Local de aplicação	Espessura (mm)	Acabamento	Resistência de aderência à tração (Mpa)
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,20$
		Cerâmica ou laminado	$\geq 0,30$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$	Pintura ou base para reboco ou cerâmica	$\geq 0,30$
Tetos	$e \leq 20$		$\geq 0,20$

Maciel et al. (1998) alertam em seu trabalho que a espessura, quando maior que 25 mm, está mais sujeita a sofrer retração na secagem e apresentar mais fissuras. As argamassas com um alto teor de cimento, chamadas de “fortes” também são mais sujeitas à fissuras na secagem diferentemente daquelas que contêm menos cimento em sua composição, a figura 2.2 ilustra bem este caso.

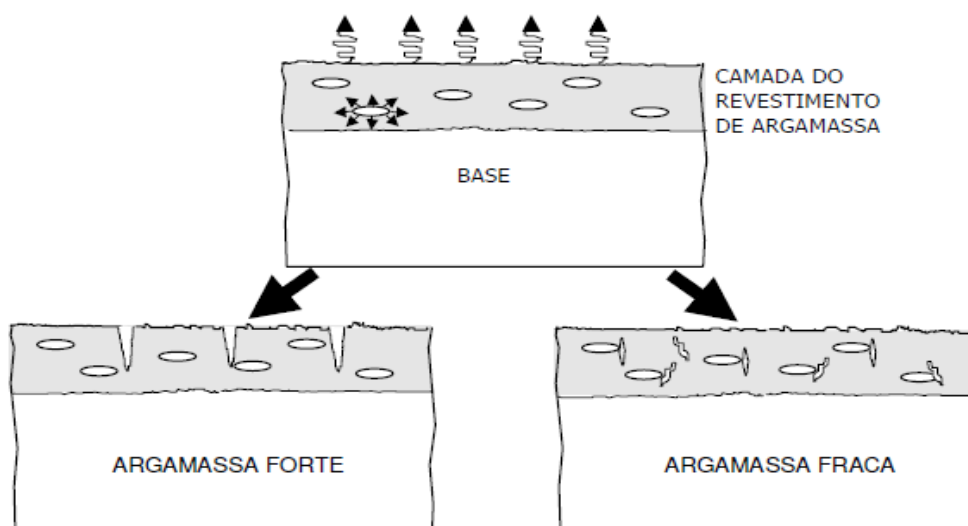


Figura 2.2 – Fissuração da argamassa por retração na secagem

Fonte: Maciel et al. (1998)

A resistência mecânica e a capacidade de absorver deformações são ambas desejáveis, porém são inversamente proporcionais. A resistência mecânica aumenta com a redução da proporção de agregado na argamassa e varia inversamente com a relação água/cimento.

Assim como na base, esta camada não deve apresentar em seu acabamento final pó, graxa, óleo, eflorescências, materiais soltos ou qualquer material que prejudique a aderência.

2.5 Camada de fixação

A camada de fixação tem a finalidade de proporcionar a aderência entre o material cerâmico e o emboço ou outras camadas que lhe servem como base. Na técnica de execução racionalizada⁴ pode-se usar colas ou argamassas colantes, esta última é a que é mais utilizada atualmente, principalmente por sua capacidade de absorver irregularidades da base.

Segundo a NBR 13755 (ABNT,1999) a argamassa colante é uma mistura constituída de aglomerantes hidráulicos, agregados minerais e aditivos, que possibilita, quando preparada em obra com a adição exclusiva de água, a formação de uma pasta viscosa, plástica e aderente. Deve ter espessura de acordo com a desempenadeira utilizada. Se for utilizada uma desempenadeira com dentes de dimensões 6mm x 6mm x 6mm deve ter espessura de 3mm a 4mm, já com desempenadeira com dentes de dimensões 8mm x 8mm x 8mm deve ter espessura de 5mm a 6mm.

Para Sabbatini (1999) a principal vantagem desta argamassa é basicamente o uso de uma camada fina no assentamento que permite racionalização da execução e redução de custos. Além de simplificar a técnica de colocação das placas cerâmicas, dissociando os serviços de regularização dos serviços de acabamento superficial, o uso correto da argamassa proporciona as seguintes vantagens:

- Maior produtividade no assentamento;
- Manutenção das características dos materiais;
- Maior uniformização do serviço;

⁴ Baixas perdas de materiais.

- Facilidade de controle;
- Menor consumo de material;
- Maior possibilidade de adequação às necessidades de projeto;
- Grande potencial de aderência;

Quando comparado com os métodos tradicionais Sabbatini (2001) além de afirmar que é mais barato devido ao aumento de produtividade também enumera as seguintes vantagens:

- Proporciona melhor resistência de aderência que as argamassas convencionais;
- A sua retração não provoca tensões prejudiciais na camada final de revestimento (quando empregada em pequena espessura)
- Permite a utilização de uma técnica de grande produtividade, mais simples e limpa.

No Brasil as argamassas colantes foram normatizadas segundo a NBR 14081 (ABNT,1998) e classificadas em quatro tipos distintos por sua resistência de aderência e tempo em aberto. Segundo esta normas os tipos de argamassas colante são:

- Tipo I – Argamassa para uso interior: indicada para colagem de placas cerâmicas de pisos e revestimentos, propicia apenas ancoragem mecânica.
- Tipo II – argamassa para uso exterior: indicada para colagem de placas cerâmicas de pisos, revestimentos e áreas sob a ação de cargas. Propicia ancoragem mecânica e química
- Tipo III – argamassa de alta resistência: indicada para colagem de cerâmica em saunas, piscinas, estufas e ambientes similares. Possui uma forte ancoragem química.
- Tipo III-E – argamassa especial.: similar a do tipo III porém com aditivos que estende o tempo em aberto.

Abaixo segue a tabela 2.3 retirada da norma NBR 14081(ABNT, 1998) que indica as resistências e tempo em aberto de cada uma dessas argamassas.

Tabela 2.3 – Exigências mecânicas das argamassas adesivas industrializadas

Fonte: NBR 14081(ABNT, 1998).

Propriedade	Método de Ensaio	Und.	TIPO			
			I	II	III	III-E
TEMPO EM ABERTO	NBR 14.083	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20	≥ 30
RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA AOS 28 DIAS	NBR 14.084 cura normal	MPa	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	$\geq 1,0$
	NBR 14.084 cura submersa em água	MPa	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	$\geq 1,0$
	NBR 14.084 cura em estufa	MPa	-	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	$\geq 1,0$
DESLIZAMENTO	NBR 14.085	mm	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$

2.6 Placa cerâmica

As placas cerâmicas são materiais cujas duas dimensões (largura e altura) são consideravelmente maiores que a terceira (espessura). São produzidas a partir de argilas e /ou outras matérias químicas inorgânicas, formadas através de extrusão ou prensagem tipo principalmente e queimadas à altas temperaturas.

Segundo Santos (1975), citado por Sabbatini (1999), muitas destas características são originadas pelo processo de sinterização, que é um tratamento térmico abaixo das temperaturas de fusão modificando o material em sua microestrutura tornando-a cristalina.

O autor cita uma série de vantagens no seu uso para fachadas, sendo elas:

- Não propaga fogo;
- Elevada impermeabilidade
- Baixa higroscopicidade;
- Não provoca diferença de potencial;
- Não gera eletricidade estática;
- Excelente isolamento;

- Custo final, em geral compatível com benefícios, principalmente com relação à manutenção durante a vida útil.

As placas cerâmicas podem ser classificadas de acordo com suas propriedades, as quais são avaliadas em laboratório, sendo as mais importantes para o uso em fachadas: absorção de água, expansão por umidade e resistência mecânica da base da placa, segundo Antunes (2010). A autora indica procedimentos de ensaio que avaliem estas características técnicas sendo úteis a fim de comprovar se a placa cerâmica é um possível foco de manifestação patológica.

No mesmo trabalho é informado que o conhecimento das características da superfície da placa é importante para a correta especificação de seu uso. São elas: facilidade de limpeza, coeficiente de atrito, dureza, resistência à abrasão e resistência aos ataques químicos.

As tabelas 2.4 e 2.5 apresentam algumas classificações das placas cerâmicas.

Tabela 2.4 – Grupos de absorção de água das placas cerâmicas

Fonte: Antunes (2010).

Classificação	Absorção	Características
Porcelanatos	0 a 0,5%	Baixa absorção e resistência mecânica alta.
Grês Baixa	0,5 a 3,0%	Absorção e resistência mecânica média
Semigrês	3,0 a 6,0%	Média absorção e resistência mecânica média
Semiporoso	6,0 a 10%	Média alta absorção e resistência mecânica baixa
Poroso	10,0 a 20,0%	Alta absorção e resistência mecânica baixa

Tabela 2.5 – Classificação das placas cerâmicas quanto à resistência à abrasão

Fonte: Antunes (2010).

PEI	Tráfego	Locais de uso recomendável
0	-	Paredes (desaconselhável para piso)
1	Baixo	Pavimentos sobre os quais se caminha com o pé descalço ou sapatos de sola macia, sem pó abrasivo (banheiros residenciais, e dormitórios sem ligação para o exterior)
2	Médio	Pavimentos sobre os quais se caminha de sapato normal (ambientes sem porta para o exterior)
3	Médio-alto	Ambientes onde se caminha com sapatos e pequena quantidade de pó abrasivo (cozinhas, corredores, halls e quintais)
4	Alto	Pavimentos sobre os quais se caminha com algum abrasivo, de modo que as condições são mais severas que aquelas da classe 3 (residências, garagens, lojas, bares, bancos, restaurantes, hospitais, hotéis e escritórios)
5	Altíssimo	Pavimentos sujeitos a circulação severa de pedestre durante períodos longos de tempo (áreas públicas, <i>shopping centers</i> , aeroportos, padarias e <i>fastfoods</i>)

A expansão por umidade (EPU) é um inchamento irreversível que a placa cerâmica sofre ao longo do uso, dado o contato com a umidade presente no meio ambiente.

A causa desta expansão é atribuída à reidratação dos minerais argilosos que compõem a cerâmica. Um pequeno EPU significa uma peça mais estável, pois quando este é muito grande pode causar gretamento das peças e até destacamento. A NBR 13.818 (ABNT, 1997) limita esta característica à um máximo de 0,6 mm/m.

De acordo com Sabbatini (1999) a norma brasileira NBR 13.818 (ABNT, 1997) não estabelece um limite específico para absorção das placas destinadas às fachadas, porém ele utiliza referências da norma britânica BS 5385 (BSI, 1991) na parte 2 onde estabelece um limite de 3% para placas extrudadas e prensadas. Porém profissionais da área estabelecem que a cerâmica para fachadas deve ter absorção de água menor ou igual a 6%, resistência à radiação dos raios ultravioletas e garras no tardo das peças.

2.7 Juntas

Junta é um sistema que interrompe a continuidade de materiais idênticos ou distintos.

Para que o RCF obtenha o desempenho esperado é importante a previsão de juntas no projeto de fachada, que podem ser de vários tipos como: junta de assentamento, de movimentação e dessolidarização, pode-se incluir as juntas estruturais ,porém estas fazem parte do projeto estrutural da edificação. A figura 2.3 ilustra bem os tipos de juntas existentes.

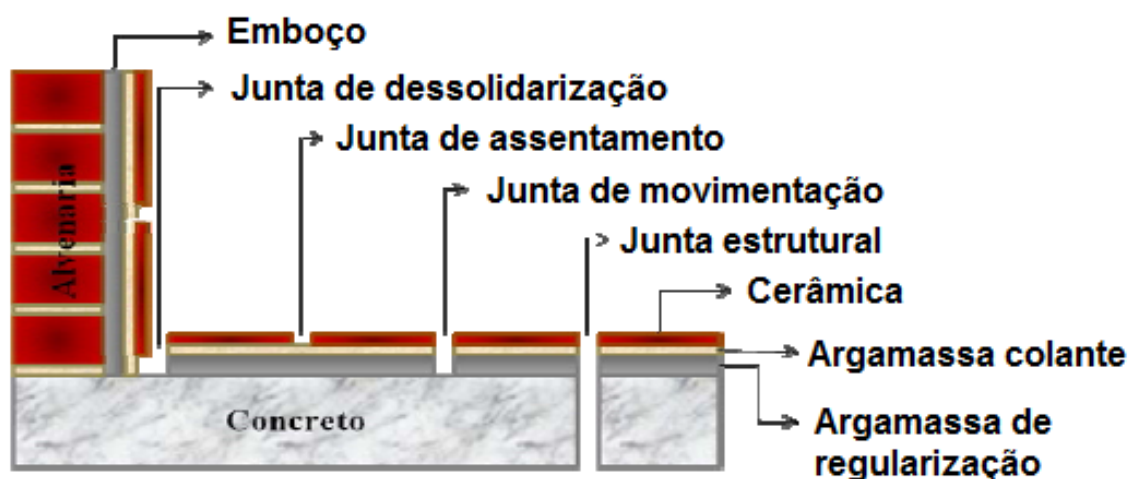


Figura 2.3 – Tipos de juntas

Fonte: Antunes (2010).

Uma das principais funções das juntas é absorver as tensões geradas pelas movimentações do sistema, que podem ter origem térmica, variação de umidade, ação de cargas dentre outras. Outro objetivo é que elas impeçam a entrada de água e ar no revestimento cerâmico e no suporte.

A NBR 13755 (ABNT,1999) admite a junta de assentamento como o espaço regular entre duas peças cerâmicas e que deve exercer várias funções descritas a seguir conforme Jungiger e Medeiros (2001) citado por Antunes (2010):

- Facilitar o assentamento das placas e seu ajuste na posição final correta;

- Reduzir o módulo de deformação do pano de revestimento, de modo a permitir a absorção de deformações sem que sejam geradas tensões prejudiciais;
- Disfarçar a variação dimensional intrínseca das placas cerâmicas, permitindo o alinhamento perfeito que não seria possível com junta seca;
- Permitir combinações estéticas que valorizem o conjunto final do revestimento;
- Evitar a entrada de água e elementos potencialmente prejudiciais por trás do revestimento;
- Facilitar a remoção e troca de placas que necessitem de reparo.

A largura das juntas de assentamento depende do tamanho e tipo de placas cerâmicas, normalmente os próprios fabricantes indicam o tamanho das juntas necessárias para a aplicação correta do produto.

Morais (2007) informa que os produtos de preenchimento dessas juntas, ou seja, as argamassa de rejuntamento, devem apresentar:

- Boa trabalhabilidade;
- Reduzida retração na secagem;
- Boa adesão à face lateral da cerâmica;
- Impermeabilidade;
- Resistência à água, ao calor, aos agentes de limpeza e aos ataques químicos;
- Resistência ao desenvolvimento de microorganismos;
- Compressibilidade e durabilidade;

As argamassas de rejuntamento industrializadas estão disponíveis das seguintes formas:

- Rejuntas cimentícios monocomponentes: Apresenta uma parte em pó que necessita apenas de adição de água imediatamente antes da aplicação. Embora não recebam aditivos líquidos durante o preparo, normalmente incorporam aditivos em pó na sua formulação;
- Rejuntas cimentícios bicomponentes: Apresenta duas partes diferentes, uma emulsão líquida e uma fração granular seca.

- Rejunte de base orgânica: São geralmente compostos por dois ou mais componentes pré-dosados que, quando misturados apresentam uma massa homogênea. Exemplos desses são as resinas epóxis e furânicas.

A NBR 14992 (ABNT,2003) prevê para a argamassa de rejunte os tipos I e tipo II, classificadas conforme o seu local de aplicação e sua característica conforme a tabela 2.6 apresentada abaixo.

Tabela 2.6 – Classificação e uso da argamassa para rejuntamento.

Fonte: Antunes (2010).

Classificação da Argamassa	Aplicação
Tipo I	Ambientes interno e externo desde que observadas às seguintes condições: trânsito de pedestre não intenso; placas cerâmicas com absorção de água acima de 3%; e ambiente externo – máximo de 20 m ² piso e 18 m ² para parede
Tipo II	Todas as condições do tipo I; placas cerâmicas com absorção de água inferior a 3%; ambiente com presença de água estancada

A junta de movimentação é o espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar as tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento, conforme NBR 13755 (ABNT, 1999).

Essa norma indica que sua execução deve ser feita na horizontal a cada pé-direito ou no máximo a cada 3 metros. As juntas verticais devem ser espaçadas no máximo a cada 6 metros. Antunes (2010) ressalta que deve ser atendido o fator forma 1,00 (altura) e 2,00 (largura) dependendo na natureza do selante empregado, sempre atendendo especificações do fabricante. Conforme a figura 2.4 e 2.5.

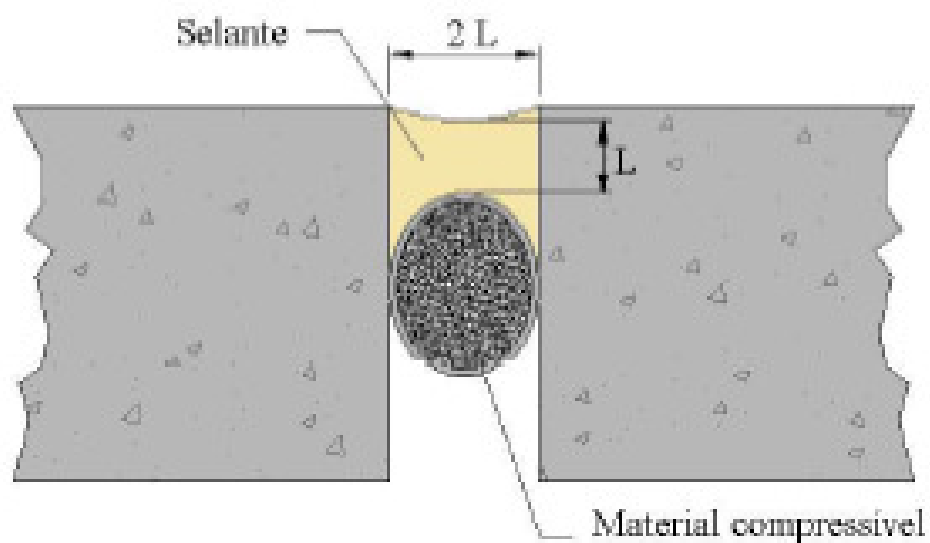


Figura 2.4 – Exemplo de fator forma recomendado

Fonte: Antunes (2010).

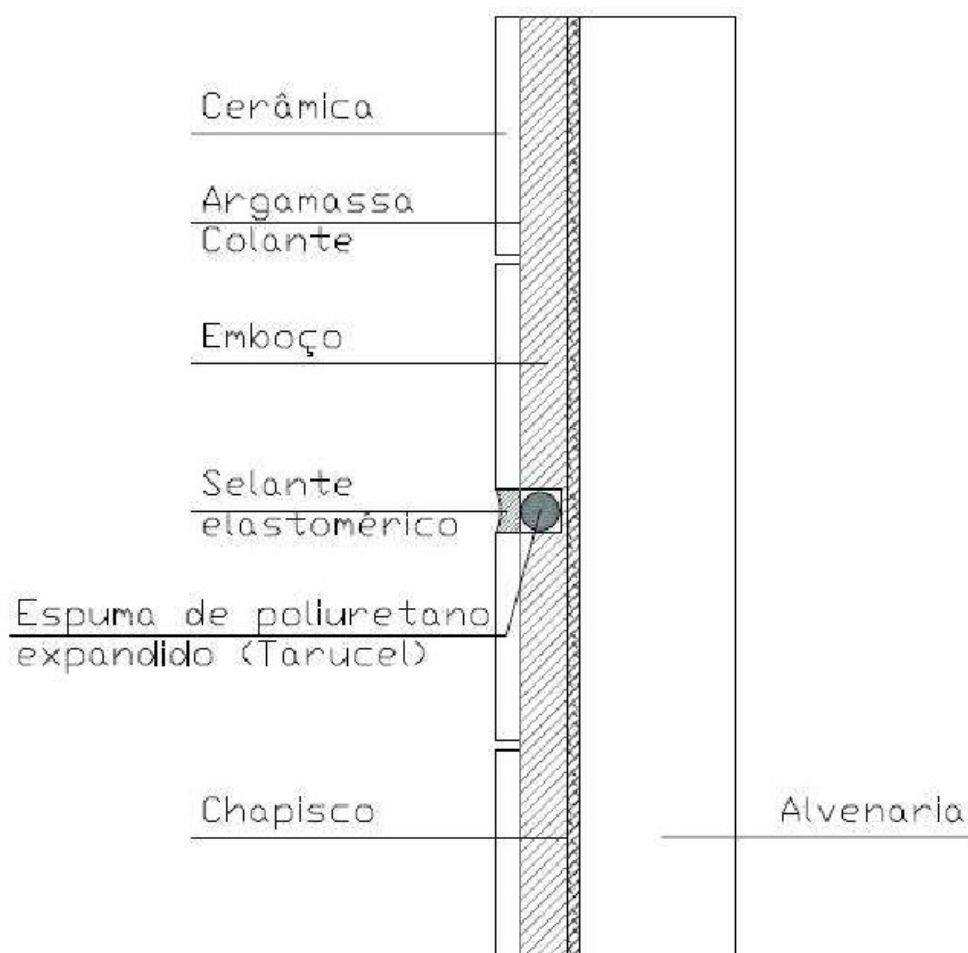


Figura 2.5 – Localização da junta de movimentação

Fonte: Roscoe (2008)

Observando as figuras acima, as aberturas das juntas são preenchidas superficialmente por selantes à base de materiais poliméricos e abaixo destes há um material compressível para haver uma correta cura do material. Devido à deformações máximas admissíveis e resistências ao intemperismo os materiais mais utilizados são selantes de poliuretano e os de silicone.

As juntas de dessolidarização, conforme a norma NBR 13.755 (ABNT,1999) são necessária para separar o revestimento de diferentes partes do sistema, aliviando as tensões provocadas por estes. A norma recomenda o uso dessa nos cantos verticais,

nas mudanças de direções dos panos da fachada, no encontro de áreas revestidas com pisos e forros, colunas, vigas, ou com outros tipos de revestimentos, bem como onde houver mudança de materiais que compõem a estrutura-suporte de concreto para alvenaria (figura 2.3).

As juntas estruturais são aquelas que separam a estrutura fazendo com que uma não gere tensões na outra. Estas devem ser respeitadas pelo assentamento, para que não haja tensões maiores que a argamassa de assentamento possa suportar.

Capítulo 3

3.1 Patologias do RCF

Uma patologia na construção, igualmente como é na área da saúde, é uma situação onde as funções de um sistema não apresentam o desempenho esperado. Essa condição desvaloriza e reduz o tempo de vida útil da edificação além de trazer inconvenientes para os usuários.

Os problemas são identificados a partir dos sintomas patológicos apresentados pela edificação. Sabbatini (2001) afirma que considerando as etapas do processo de produção de edifícios, a maior parte dos problemas patológicos que ocorrem ao longo de sua vida útil, tem origem nas fases de elaboração do projeto e execução. Segundo o autor a inexistência do projeto de RCF em que sejam definidas as características de cada camada do sistema, ou mesmo equívocos cometidos durante a fase de concepção, consideram apenas parâmetros arquitetônicos, que muitas vezes desconsideram aos requisitos básicos de execução.

Sabbatini (1999) aponta dois fatores principais para as manifestações patológicas:

1. Falta de projetos que levem em consideração parâmetros de desempenho e que considerem as necessidades das etapas de produção.
2. Falta de domínio da tecnologia de produção dos revestimentos, mesmo aquelas existentes, por parte de toda a cadeia produtiva, começando pelos engenheiros e arquitetos e chegando até os assentadores.

Segundo este mesmo autor as patologias, muitas vezes, são resultado de uma combinação de fatores, o que inevitavelmente levará a uma análise profunda quando se busca a recuperação ou mesmo a origem do problema. A tabela 3.1 exemplifica de maneira global na construção o motivo das patologias.

Tabela 3.1 – Origens dos problemas patológicos

Fonte: Gripp (2008).

Origens do Problema	Índice (%)
Projetos	60
Construção	26,4
Equipamentos	2,1
Outros	11,5
Total	100

Campante (2001) propõe uma análise hierárquica da patologia que auxilia no diagnóstico do problema (a ser abordado no capítulo 4). Inicia-se pela observação da manifestação patológica, em seguida pela sua causa imediata, passa-se pela sua natureza, ou seja, a causa secundária, e finalmente chega-se à origem do problema. Conforme pode ser observado na figura 3.1.

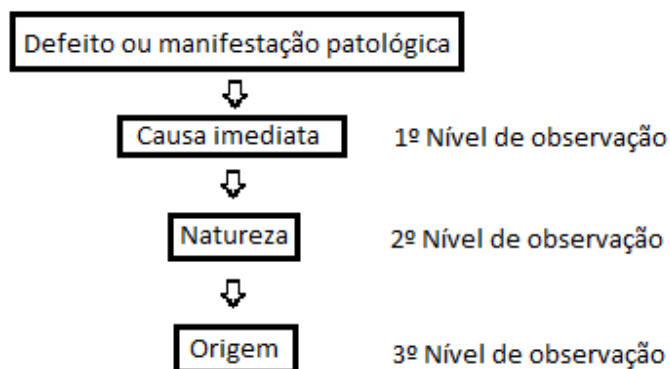


Figura 3.1 – Análise dos problemas patológicos

Fonte: Campante, Edimilson (2001)

Podemos exemplificar esse tipo de análise na ocorrência de um destacamento no RCF que seria o defeito ou manifestação patológica, passaríamos ao 1º nível de observação que seria identificar qual a causa imediata (a mais evidente), no caso a falha de aderência entre base e emboço. Depois passaríamos a analisar a natureza dessa falha (2º nível de observação) no caso hipotético seria presença de graxa ou óleo na base. Por último identificaríamos a origem desse problema, no caso seria deficiência na execução, que pode ser causado por falta de treinamento e controle do serviço.

Analisando a origem das patologias, podem ser classificadas em congênita, construtivas, adquiridas e acidentais.

As congênitas estão associadas à fase de projeto, em função de desrespeitos às normas técnicas e omissões de profissionais, ou seja, mau detalhamento e concepções inadequadas de projeto e soluções arquitetônicas ou construtivas.

As construtivas são aquelas que se originam fase de execução dos projetos, onde a falta de inspeções e treinamento de funcionários resulta numa má execução dos serviços solicitados.

As adquiridas são aquelas que surgem na fase de uso da edificação. Pode-se salientar que o uso de produtos inadequados na manutenção das fachadas é um fator que implica negativamente sobre o desempenho e vida útil da edificação.

As acidentais são aquelas provenientes de eventos atípicos da natureza e/ou materiais. Este tipo de evento não é considerado em projeto e sua ocorrência em sua maioria leva a uma falha do sistema.

3.2 Tipos de manifestações patológicas

3.2.1 Destacamentos ou descolamentos

Esse tipo de patologia ocorre quando há a falha na junção entre placas cerâmica e argamassa de assentamento ou argamassa de assentamento com o substrato, geralmente gerado por tensões que ultrapassam o limite de resistência desses materiais. Este problema é caracterizado pelo destacamento de porções do

revestimento, pontuais ou generalizados. A figura 3.2 exemplifica esse tipo de patologia.



Figura 3.2 – Destacamento ou descolamento do RCF

Fonte: <http://www.aecweb.com.br> acesso em março de 2013.

Segundo Roscoe (2008) “as situações mais comuns de descolamento costumam ocorrer por volta de cinco anos de conclusão da obra. A ocorrência cíclica das solicitações somada às perdas naturais de aderência dos materiais de fixação, em situações de subdimensionamento do sistema, caracterizam falhas que costumam resultar em problemas de quedas”.

Em alguns casos pode não haver a queda dos componentes devido ao rejunte que dá sustentação entre as peças, porém quando há a percussão desses locais com martelo pode-se ouvir um som oco, sinal de que há vazios entre as camadas.

Sabbatini (2001) faz uma observação: “o destacamento acontece depois de passado o primeiro ano de ocupação do edifício e parece ocorrer, com maior frequência, nos primeiros e últimos pavimentos, provavelmente em função do maior nível de solicitação que essas regiões estão sujeitas”. Podem-se acrescentar locais de

maiores deslocamentos estruturais, regiões em balanço e fachadas com maior incidência de sol, devidos a choques térmicos.

Conforme descrito por Campante (2001) para um estudo efetivo dos destacamentos de RCFs deve-se considerar a hierarquia do problema conforme mostrado na figura 3.1.

A natureza dos destacamentos pode ser compreendida como a causa para a ocorrência do defeito. Muitos profissionais terminam sua análise nesse ponto, porém para saber a origem real do problema, ou seja, porque há a existência de uma patologia desta natureza, tem de haver uma investigação mais profunda do problema.

Na análise do defeito Cheong (1992) enumera causas distintas:

1. Falha na aderência entre a placa cerâmica e a argamassa de fixação;
2. Falha de aderência entre argamassa de fixação e substrato;
3. Falha nas camadas do substrato ;

A estas Campante (2001) acrescenta a ocorrência de estufamentos na superfície visível do RCF devido à falha de preenchimento do reboco.

A origem dos destacamentos segundo Sabbatini (2001) tem como principais fatores: a deformação ocorrida nas bases (alvenaria/estrutura) devido à acomodação após ocupação, à fluência da estrutura de concreto, às variações higrotérmicas, a falta de juntas de controle, o mau dimensionamento dessas, a inadequação das argamassas de emboço, assentamento e rejunte e a preparação deficiente da base.

Campante (2001) cita CHEW (1992) e completa análise com outros fatores importantes para a origem dos problemas de destacamento como:

- Materiais: retração, movimentos térmicos e causados por umidade, deformações estruturais e de fundações, reações álcali agregados ⁵ e existência de falhas na camada de assentamento.
- Meio ambiente: movimentos térmicos cíclicos, ciclo molhagem-secagem, chuvas ácidas, poluição e raios ultravioletas.
- Construção: seqüência de trabalho, falhas na mistura das argamassas, cura inadequada, falhas na preparação da superfície, acesso.

⁵ São ocasionados pelo uso de agregados reativos que liberam um gel expansivo prejudicando a aderência do revestimento.

- Projeto: seleção de material, mau projeto, especificação de trabalho, polímeros, tipo de mistura.

Na etapa de construção é muito importante acrescentar que há muita mão-de-obra despreparada no mercado da construção civil no Brasil. Há falta de qualificação e treinamento dos profissionais e isso representa uma origem evidente no problema dos destacamentos.

Campante (2001) ainda adverte que um fator importante tem que ser considerado na origem deste tipo de patologia que são as sucessivas quebras de ligação mecânica entre as diversas camadas do RCF, pode representar a principal origem dos destacamentos no Brasil.

O autor cita Sabbatini (1998) que dividem os movimentos incidentes no RCF em quatro classes:

1. Movimentações devido a carregamentos permanentes do próprio RCF.
2. Movimentos devido a carregamentos variáveis sobre o RCF: ação do vento e abalos sísmicos e movimentações devido à temperatura.
3. Movimento devido à ação de umidade: Causada por retração na secagem, mudanças volumétricas provocadas pelas saídas e entradas de água dos elementos cimentícios e expansão por umidade .
4. Movimentações devido à deformação estrutural:
 - a. Elásticas: provocadas nas primeiras idades pela ação do peso próprio e sobrecargas permanentes.
 - b. Plásticas:
 - i. Fluências das estruturas: deformação lenta ao longo do tempo.
 - ii. Recalques devido a acomodação das fundações.

É importante salientar que os destacamentos, na maioria das ocorrências, são ocasionados pela suplantação dos vários movimentos descritos.

3.2.2 Eflorescências

Esse tipo de patologia tem como característica principal afetar o aspecto visual do RCF, porém segundo Sabbatini (2001) podem ocasionar até descolamento do

revestimento e degradação da pintura quando existente. A figura 3.3 que exemplifica este caso.



Figura 3.3 – Eflorescência em pastilhas cerâmicas.

Fonte: blogdoporcelanato.com.br, acesso em 2013.

Esse fenômeno é causado por três fatores igualmente importantes: teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes do RCF, a presença de água e a diferença de pressão hidrostática para proporcionar a migração dos sais para a superfície. Na ausência de qualquer um desses fatores não se observa a patologia segundo Uemoto, Kai (1988).

Campante (2001) cita Verduch (1999) e informa que as eflorescências podem ser entendidas como uma formação de depósitos cristalinos em uma superfície devido à ações física, químicas ou físico-químicas. Normalmente é causada pelo movimento de água através de porosidades existentes nas camadas do RCF, a qual transporta em solução sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), solúveis ou parcialmente solúveis em água, até aflorarem na superfície, onde são depositados após a evaporação da água.

As fontes de sais podem ser durante a fabricação da cerâmica, porém esta é muito difícil, pois a tecnologia de fabricação com queimas acima de 1100 °C que dissocia os sais faz com que parte seja queimada e outra parte seja incorporada à

malha cristalina da cerâmica que é a mais comum no Brasil. Outras fontes de sais podem ser: os componentes da alvenaria, a argamassa de regularização e fixação, a pasta ou argamassas empregadas no rejuntamento, a água (utilizada na construção, provenientes dos vários tipos de umidade, ou empregada na limpeza) e os produtos de limpeza em geral.

Segundo Uemoto (1988), existem ainda fatores externos que favorecem o fenômeno, tais como:

- A quantidade de solução que aflora, principalmente para os sais pouco solúveis; quanto maior a quantidade de água, maior é a fração solubilizada;
- O aumento do tempo de contato, que favorece a solubilização de maior teor de sais;
- A elevação da temperatura, que além de favorecer a solubilização dos sais, aumenta a velocidade de evaporação da umidade absorvida pelo sistema. Os sais podem tanto permanecer nos poros como migrar para sua superfície ;
- A porosidade dos elementos do sistema, que permite a percolação da solução. Muitas vezes, um elemento próximo, por apresentar maior capilaridade, pode ter os sais depositados sobre ele, mesmo não sendo o elemento que possui maior teor de sais solubilizáveis.

É bom ressaltar que a ação dos sais solúveis do cimento Portland é uma importante fonte de eflorescência nos revestimentos, deve-se buscar minimizar o seu emprego segundo Sabbatini (2001).

Uemoto (1988) distingue três tipos de eflorescência, as de Tipo I, II e III. O Tipo I é o mais comum e caracteriza-se por um depósito de sal branco, pulverulento, muito solúvel em água. Pode ocorrer em superfícies de alvenaria aparente, revestimentos de argamassa, juntas de assentamentos, regiões próximas a esquadrias mal vedadas, ladrilhos cerâmicos, juntas de ladrilhos cerâmicos e azulejos. Campante (2001) afirma que as principais causas deste tipo de patologia nos RCFs seriam os sais presentes na água de amassamento e agregados, e a poluição atmosférica. Esse tipo de patologia

afeta apenas o aspecto estético da estrutura e desaparece com ação das chuvas e ao longo do tempo.

A do Tipo II caracteriza-se pela aparição de um depósito de cor branca com aspecto de escorrimento, muito aderente e pouco solúvel em água. Esse depósito, quando em contato com o ácido clorídrico, apresenta efervescência. Esses sais formam-se em regiões próximas a elementos de concreto ou sobre sua superfície e, às vezes, sobre superfícies de alvenaria. O sal formado por esse tipo de eflorescência é basicamente o carbonato de cálcio, formado com a reação da cal livre, que pode ser liberada na hidratação do cimento, com a água proveniente da chuva ou de infiltração.

Esse tipo de eflorescência é difícil de ser reparada. Em casos de depósitos abundantes, resolve-se o problema removendo os sais com escovação mecânica e em então há a lavagem com ácido clorídrico, devendo-se anteriormente saturar a parede para que o ácido não penetre nos poros. O uso contínuo pode prejudicar a estabilidade do sistema.

A eflorescência do Tipo III manifesta-se como um depósito de sal branco entre juntas de alvenaria aparente, que se apresentam fissuradas devido à expansão decorrente da hidratação do sulfato de cálcio existente no tijolo ou da reação tijolo-cimento.

A tabela 3.2 apresenta resumidamente os tipos de eflorescências.

Tabela 3.2 – Eflorescências e seus reparos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tipos	Reparos
Tipo I - Pó branco pulverulento solúvel em água	Eliminação da fonte de umidade; Em superfície externa, aguardar a eliminação dos sais pela ação da chuva; lavagem com água. Escovamento. Limpeza com ácido clorídrico a 10%.
Tipo II - Depósito branco com aspecto de corrimento, muito aderente e pouco solúvel em água	Eliminação da percolação. Lavagem com ácido clorídrico a 10%. Escovamento mecânico se necessário
Tipo III - Depósito branco, solúvel em água, com efeito de expansão	Esperar a estabilização antes dos reparos. Reparar com uso de cimento isento de sulfatos.

Sabbatini (2001) apresenta algumas providências que podem ser tomadas para evitar o aparecimento das eflorescências como:

- Redução do consumo de cimento Portland na argamassa de regularização: o que é possível a partir de uma dosagem racional à exemplo do que vem ocorrendo com a produção dos contrapisos; ou ainda especificando cimento com baixo teor de álcalis para a produção destas argamassas;
- Utilização de componentes cerâmicos para revestimentos de qualidade garantida e isentos de umidade residual;
- Garantir o tempo necessário para completa secagem de cada camada constituinte do subsistema revestimento;
- Evitar o uso de ácido clorídrico (impropriamente chamada de “ácido muriático”) durante a limpeza do revestimento logo após a execução do rejunte. E, caso se faça, tem que ser com concentração fraca.

O autor diz que ao longo do tempo os sais são eliminados aos poucos e assim há uma tendência ao desaparecimento do fenômeno.

3.2.3 Trincas, gretamento e fissuras.

Sabbatini (2001) caracterizam esses fenômenos como a perda de integridade da superfície do componente cerâmico manifestando-se em qualquer direção, horizontal, vertical e/ou diagonal, que podem até levar ao destacamento da cerâmica. O autor define fissuramento e gretamento como aberturas liniformes que não dividem o corpo cerâmico e tem aberturas menores que 1mm.

Campante (2001) explica que quando ocorrem na placa cerâmica, define-se trinca como sendo a ruptura total do corpo cerâmico em duas ou mais partes após a sua fixação e possui aberturas superiores a 0,5 mm. Gretamento é definido pelo autor como a fissuração (aberturas de 0,5 a 0,1mm) da camada de esmalte superficial da placa cerâmica.

O autor divide o gretamento em dois tipos distintos: o imediato e retardado. O primeiro deles ocorre durante a fase de resfriamento na fabricação das placas

cerâmicas, na qual podem ocorrer diferenças de retração entre a base cerâmica e a camada de esmalte.

O segundo tipo ocorre durante o uso e é associado à expansão por umidade e/ou retração das argamassas convencionais, este gera o efeito chamado “beliscão”, que ocorre com o emprego de argamassa convencional para o assentamento do revestimento cerâmico. Após a fixação do componente a argamassa adere firmemente ao corpo cerâmico e com a retração desta pela secagem promove um aperto no corpo cerâmico resultando em tensões que tendem a placa a ter a superfície em forma convexa explica Sabbatini, 2001. Este efeito pode até causar o destacamento da cerâmica com relativa violência.

Segundo a NBR 13.818 (ABNT, 1997) a placa cerâmica não deve apresentar gretamento durante o uso e a indústria considera como defeito de fabricação e têm que reembolsar ou repor a peça.

Trincas e fissuras quando ocorrem nas juntas entre placas cerâmicas se localizam principalmente entre o rejunte e a lateral das peças. Sabbatini,(2001) atribuem a esse tipo de patologia as seguintes causas:

- Dilatação e retração do componente cerâmico: podem ocorrer devido a variação térmica ou de umidade no corpo cerâmico, que geram um estado de tensões entre as camadas da placa cerâmica.
- Deformação estrutural excessiva: estas deformações podem introduzir tensões na alvenaria que, eventualmente, ficam submetidas à diferentes esforços que são completamente absorvidos e assim são distribuídos aos revestimentos.
- Ausência de detalhes construtivos: alguns importantes detalhes construtivos como as vergas e contravergas nas aberturas das janela e portas; pingadeiras nas janelas e platibandas e as juntas de movimentação nos revestimentos , podem auxiliar no bom desempenho dos sistema.

O autor informa que os problemas dessa natureza são observados com maior frequência nos primeiros e últimos pavimentos, assim como nos descolamentos, pela maiores solicitações nesses pavimentos.

Capítulo 4

4.1 Execução de diagnóstico em RCF

“Diagnosticar pode ser entendido como um processo do qual é possível enfrentar um problema, visando a sua solução. Para isto, é necessário que se conheça a real dimensão dele e não apenas os seus sintomas. Deve-se visualizar os fatores que influenciam na existência do problema. Além disto é preciso que se reconheça e se quantifique esta influência. Desta forma, entende-se que durante o diagnóstico de um problema é necessário todo um processo de raciocínio que permita ao observador conhecer e avaliar a situação na qual o problema ocorreu, e que, desta maneira, possa planejar anteriormente as atitudes antes de pô-las em prática. Mas ainda, é prever o agravamento (ou ressurgimento) do problema, caso não se tenha atacado as origens deste” diz Campante (2001).

As patologias são identificadas a partir das manifestações ou sintomas patológicos que modificam as funções e desempenho das edificações. A análise das manifestações patológicas em construções envolve a observação de grande quantidade de fatores e efeitos, que muitas vezes não se encontram diretamente ligados entre si. A visão do conjunto colabora para que se estabeleçam estas relações de causa e efeito.

Devido ao amplo leque de fatores que são importantes tanto nos materiais como nos processos de produção, as causas e efeitos das patologias em RCFs são complexas. É fundamental ter uma visão holística, ou seja, do todo, pois conforme foi visto, o RCF é um conjunto de várias camadas com diversos materiais diferentes. O não conhecimento da amplitude do problema, da totalidade dos parâmetros envolvidos pode conduzir a conclusões erradas e conduzem a uma solução inviável e ineficaz conforme Campante (2001). A falta de consideração da interação das camadas do RCF explica várias manifestações patológicas encontradas.

As manifestações podem conduzir ao entendimento do problema, que por sua vez auxilia na recuperação do desempenho esperado para o edifício. Nesta monografia será utilizada uma metodologia de ação de Linchtenstein (1985) adaptada por Barros et al. (1997) para patologias em fachadas cerâmicas conforme figura 4.1.

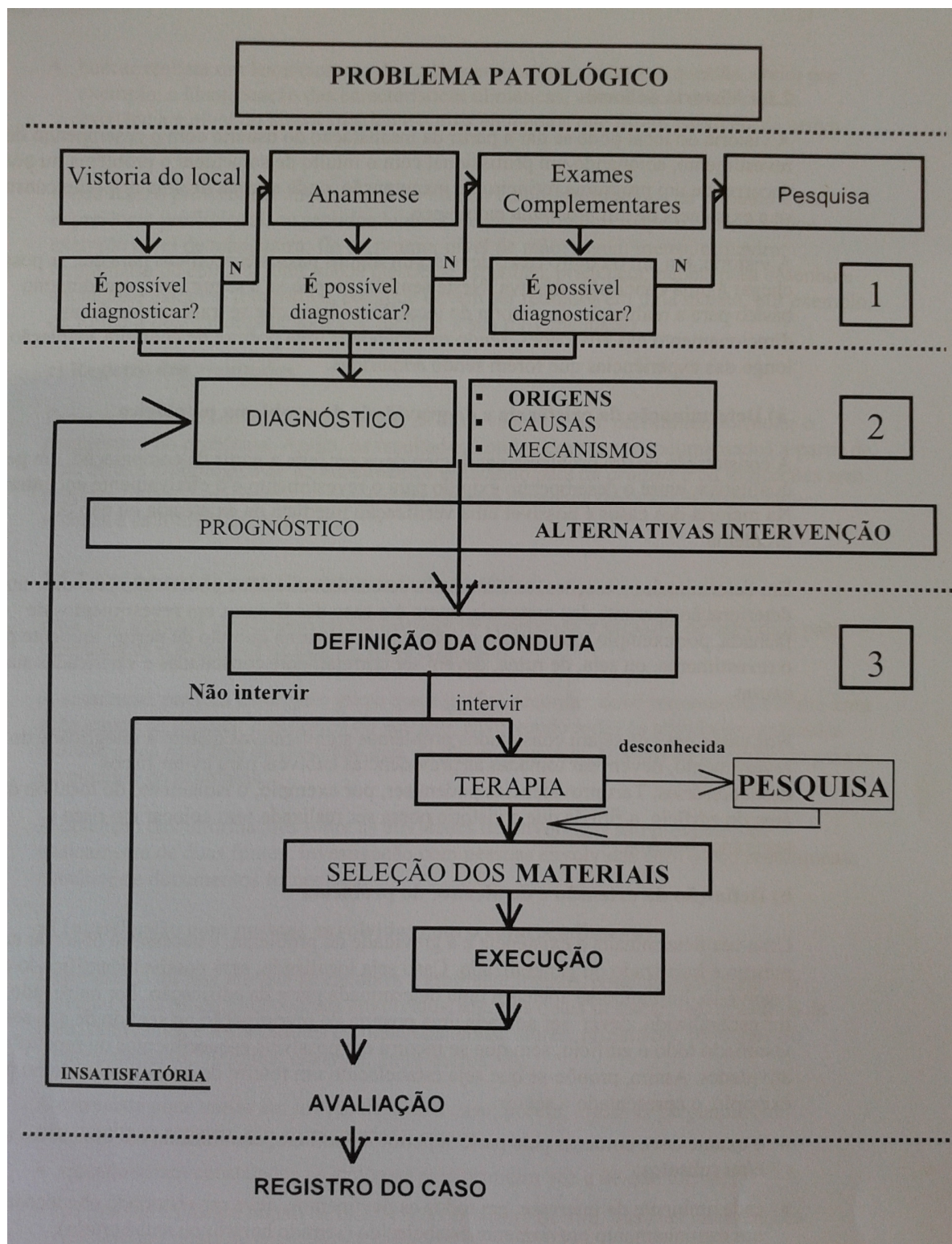


Figura 4.1 – Fluxograma para diagnóstico de patologias

Fonte: Barros et al. (1997)

4.2 Levantamentos de subsídios

Nesta etapa busca-se obter informações para que se possa compreender o problema apresentado. É necessário descrever de maneira geral as patologias apresentadas e relatar as evidências que provocaram o baixo desempenho do revestimento.

As informações podem ser obtidas, conforme etapa 1 mostrado no fluxograma 4.1, por meio de vistorias no local, anamnese (levantamento do histórico do problema), exames complementares e pesquisa.

4.2.1 Vistoria do local

Esta fase normalmente é iniciada após a reclamação ou pedido do morador ou dono da construção que apresenta algum tipo de patologia, necessitando de um profissional para que seja solucionado o problema.

Esse passo é importante para a determinação da existência e da gravidade do problema patológico onde na maioria das vezes é possível a verificação imediata ou não do problema.

Em algumas situações o problema pode não afetar gravemente o RCF, porém em casos que este for comprometido em sua estrutura será necessário uma avaliação dos riscos à saúde dos moradores ou visitantes e se necessário fazer o isolamento do local.

Uma vez tomadas todas as providencias de segurança e conhecendo a extensão do problema deve-se fazer um plano de diagnóstico, se for um problema generalizado, do edifício adotando medidas para que não haja repetição de atividades ou esquecimento. Barros et al (1998). Propõe algumas medidas como:

- O exame deve começar pela parte superior do edifício, continuando em direção aos subsolos;
- Cada ambiente de interesse, em todos os pavimentos, deve ser vistoriado obedecendo um caminhamento previamente estabelecido (sentido horário ou anti-horário);

- Deve-se realizar uma inspeção aos edifícios circunvizinhos, verificando-se as suas condições;
- Após a inspeção no interior do edifício, deve-se realizar o exame do exterior, se necessário, partindo-se de procedimentos análogos;
- Buscar realizar um levantamento de dados gerais sobre a área em questão, como por exemplo, a identificação das características climáticas, a incidência de chuvas, a existência e nível do lençol freático e outros elementos passíveis de serem registrados.

4.2.2 Anamnese do caso

Essa fase representa um levantamento do histórico da manifestação patológica. Procura-se estudar os fatores ocorridos durante a fase de construção do edifício e do seu uso que possam ter contribuído para a ocorrência da manifestação patológica e sua evolução com o decorrer do tempo. Ela é feita a partir de dados fornecidos por pessoas que participaram da construção do empreendimento, com fornecimento de documentos, notas fiscais, diários de obra etc., ou a partir de entrevistas com os usuários.

A entrevista pode ser contemplativa ou inquisitiva. Na primeira deixa-se o entrevistado a vontade para falar, segundo Campante (2001) às vezes é possível obter maiores informações nesse tipo de entrevista, até mesmo algumas que nem foram pensadas pelo investigador. Na entrevista inquisitiva faz-se um questionário com o entrevistado algumas perguntas podem ser:

- Quando foram constatados os sintomas pela primeira vez e de que forma?
- Os problemas foram objeto de intervenção anterior? Se sim, quais intervenções realizadas e quais os resultados obtidos?
- No decorrer da construção foram feitas modificações no projeto, nos procedimentos de execução ou na especificação e materiais?
- Foram tomados os cuidados necessários quanto à manutenção e limpeza ou aconteceram fatos não previstos?
- Quando o usuário notou pela primeira vez o problema e quando resolveu intervir?

- Haveria possibilidade de se recordar de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do problema?
- Ocorreram episódios de reaparecimento dos sintomas ou de agravamento destes?
- As alterações ocorridas com as condições climáticas mudam as características dos problemas?

As informações dessa etapa são muito importantes, porém deve-se tomar cuidado e considerar que há muitos interesses envolvidos na investigação, tanto por parte dos construtores, como por parte dos usuários, principalmente em questões judiciais onde um diagnóstico é de grande importância para o processo. Além do fator judicial, deve-se considerar que nem sempre os usuários têm plena certeza das informações que fornecem.

Utilizam-se as informações encontradas nesta etapa para confrontar com as hipóteses feitas na etapa de vistoria do local afinando-as e permitindo um provável diagnóstico.

4.2.3 Exames complementares

Barros et al. (1997) considera que a maior parte dos problemas patológicos que ocorrem nos revestimentos verticais apresentam sintomas bem característicos e com as etapas anteriores pode-se chegar a um diagnóstico. Porém Campante (2001) afirma que devido a falta de amplos conhecimentos sistematizados sobre patologias em RCFs condiciona-se o uso de exames complementares e são fundamentais para conhecimento da real extensão do problema.

Aquele autor divide os exames em laboratoriais e executados no local. Os exames laboratoriais procuram definir as características dos materiais quanto à porosidade, coeficiente de dilatação, resistência de aderência, resistência a ataques químicos etc., sempre em função da patologia empregada e da aplicação do material. Podem ser ensaiadas as argamassas em relação ao tempo de vida útil, trabalhabilidade, capacidade de absorver deformações, resistência à compressão, entre outras.

Os exames de laboratório servem para avaliar o comportamento físico-químico dos materiais empregados.

Os ensaios no local possuem em geral seu campo de amostragem em locais onde a patologia é encontrada e onde não se observa o fato. Os ensaios mais realizados no Brasil são a verificação de aderência da argamassa e da permeabilidade simulando uma chuva e da percussão de peças. Essa é feita com um funcionário que desce o pano das fachadas percutindo as peças cerâmicas e observando se há um som "oco" o que significaria um vazio no preenchimento ou mesmo um descolamento da placa.

4.2.4 Pesquisa

Essa fase só é executada se não for possível o diagnóstico da patologia e assim será necessária uma pesquisa tecnológica ou bibliográfica para poder identificar as possíveis causas do problema.

4.3 Diagnóstico

Os estudos devem ser conduzidos para a formulação do diagnóstico do problema que pode ser compreendido como o equacionamento do quadro geral da patologia existente, conforme Barros et al. (1997).

Os autores ainda dizem que as patologias constituem um processo dinâmico e assim sendo, as manifestações, numa determinada época, podem apresentar um aspecto completamente distinto que numa outra, estando em constante evolução.

“De maneira geral pode-se dizer que o processo de diagnóstico de um problema patológico pode ser descrito como uma geração de hipóteses efetivas que visam a um esclarecimento das origens, causas e mecanismos de ocorrências das patologias” afirmam os autores.

Campante (2001) cita o CIB (1993) afirmando que para este o processo de diagnóstico consiste em três sub etapas: análise, pré diagnóstico e o diagnóstico propriamente dito (figura 4.2). Para o diagnóstico de destacamento de fachadas

cerâmicas, objeto do estudo de caso deste trabalho, o autor apresentou a figura 4.3, que também é da CIB (1993).

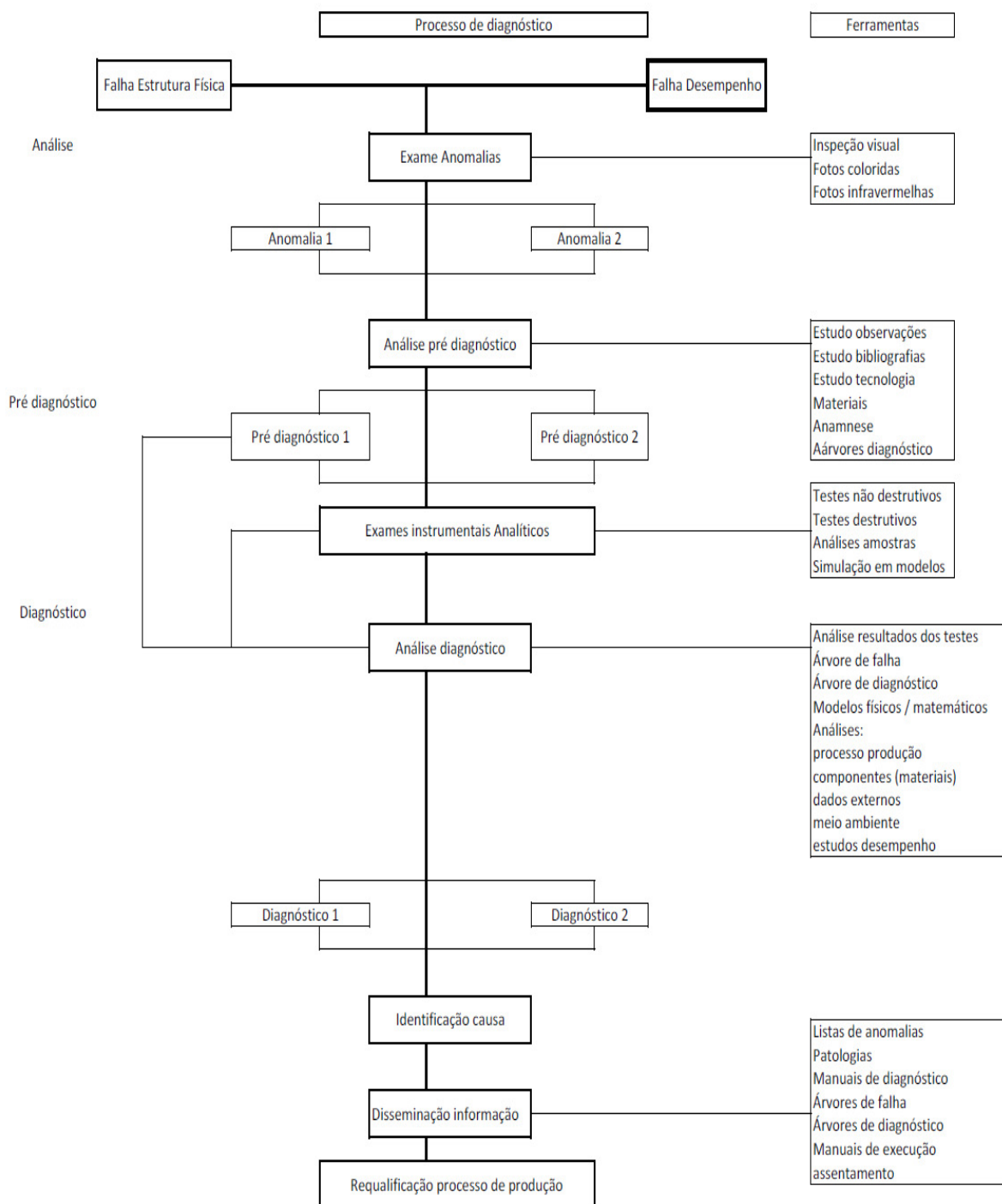


Figura 4.2 – Fluxograma para diagnóstico de patologias

Fonte: Campante (2001)

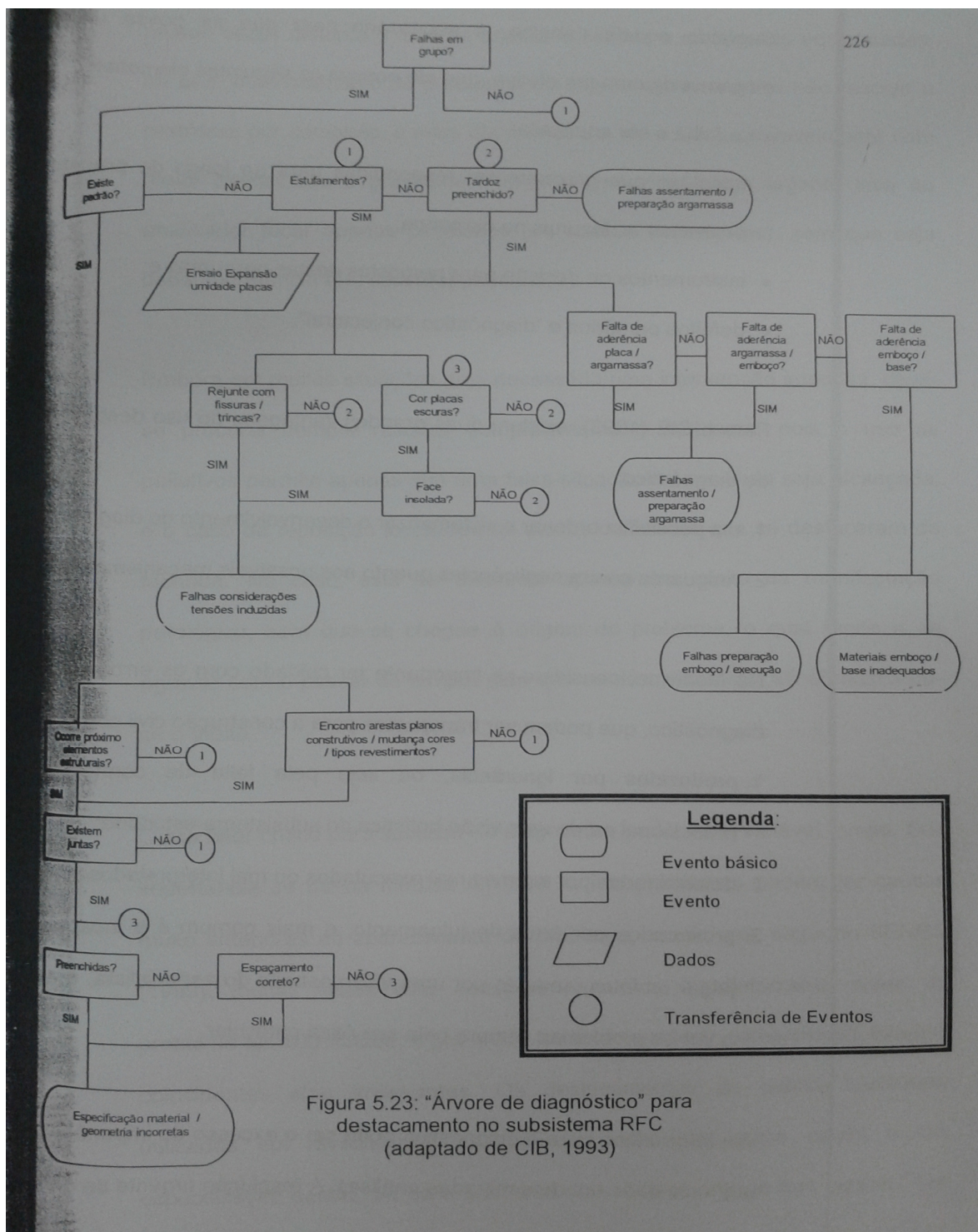


Figura 4.3 – Árvore de diagnóstico para destacamentos nos RCFs

Fonte: Campante (2001)

Capítulo 5

5.1 Caracterização

O estudo foi dirigido ao condomínio que se localiza em Águas Claras, DF que apresenta o descolamento da cerâmica como a principal patologia existente no seu RCF, conforme Figura 5.1.

O Condomínio do Edifício Residencial Heitor Villa Lobos é um prédio com garagem coberta de dois andares e área de lazer composta por um jardim e um salão de festas, além de contar com sala da administração, apartamento do selador, dois elevadores sociais e um de serviço e uma sala destinada a caixa de correios.

O imóvel em análise possui características residenciais, situado em zona urbana, predominantemente de edifícios residenciais e possui 12 pavimentos. O condomínio é constituído por 48 apartamentos.

Quanto ao aspecto geral da edificação, observando principalmente os elementos de fachada, a edificação apresenta aparência de deterioração evidente e acelerada apesar de ter apenas 11 anos de construção.



Figura 5.1 – Edifício com descolamento do RCF.

Fonte: Autor

5.2.1 Vistoria do local

As vistorias começaram na data 25 de março e terminaram na data 14 de junho de 2013.

Constatou-se, a partir de inspeção visual, que a edificação possui estrutura em concreto armado, vedada por alvenaria de tijolos cerâmicos, recobertos por reboco com revestimento de cerâmica nas cores: azul capri e argila. As fachadas laterais têm varandas revestidas no mesmo material cerâmico.

A primeira área a ser vistoriada foi à fachada frontal. Após verificação visual estimou-se por meio de fotogrametria aproximadamente uma porcentagem no valor de 31% de peças descoladas. O teste de som (percussão) no primeiro andar deu uma porcentagem estimada ainda maior de aproximadamente 53%. Conforme Figura 5.2.



Figura 5.2 – Fachada frontal e detalhe do lado esquerdo desta.

Fonte: Autor

Nota-se, na Figura 5.3, áreas grandes com descolamento de revestimento. Nos pilares foram executadas juntas falsas, ou seja, sem preenchimento com material elastomérico, observar figura 5.4.



Figura 5.3 – Áreas de descolamento da cerâmica

Fonte: Autor



Figura 5.4 – Juntas falsas nos pilares do térreo

Fonte: Autor

A fachada da lateral direita também apresenta um descolamento generalizado. A porcentagem verificada nessa área é menor que 21% e para o teste de som se mantêm

entorno de 53% nas áreas escolhidas. Nota-se que as áreas maiores de descolamento são as da pastilha de cor azul capri, mesmo assim as algumas áreas de cor argila nas varandas também apresentam esta patologia. Observar figura 5.5.



Figura 5.5 – Fachada da lateral direita.

Fonte: Autor

Na figura 5.6 podemos verificar a existência de áreas com a presença de descolamento devido a uma execução defeituosa na hora do assentamento da pastilha cerâmica. As ranhuras originadas pela desempenadeira ainda são visíveis.



Figura 5.6 – Detalhe de descolamento com ranhuras da desempenadeira visíveis.

Fonte: Autor

Na figura 5.7 pode-se observar um descolamento da pastilha cerâmica conjuntamente com a argamassa e deslocamento apenas da cerâmica e novamente se observa as ranhuras da desempenadeira .



Figura 5.7 – Detalhe de descolamento com ranhuras da desempenadeira visíveis.

Fonte: Autor

A Figura 5.8 apresenta uma situação mista onde, houve falha, tanto no assentamento da pastilha como também no processo de colagem da pastilha. Há falha da argamassa de assentamento conjuntamente com o emboço e sendo este ultimo com vazios próprios de uma execução deficiente.

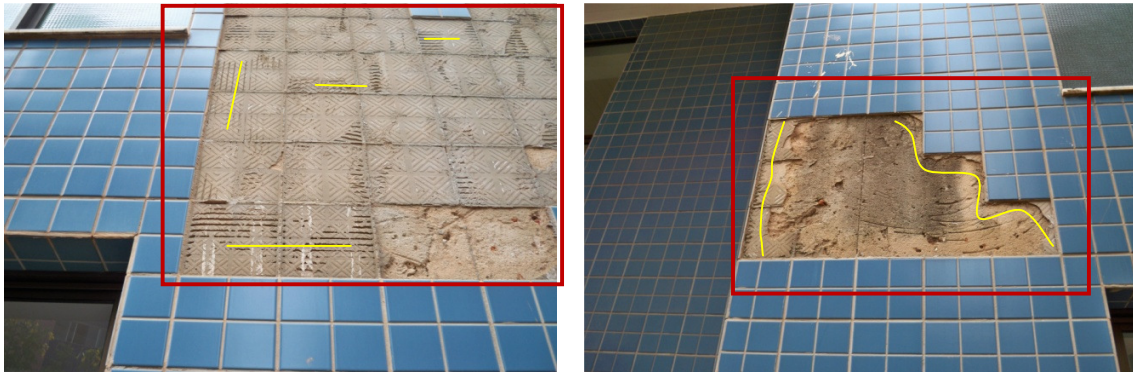


Figura 5.8 – Detalhe de descolamento com ranhuras da desempenadeira visíveis.
Fonte: Autor

Na Figura 5.9 pode-se ver o mesmo descolamento por mal assentamento da pastilha assim como por falha na cola entre a argamassa e o emboço. Pode-se observar na foto da direita o resto de uma peça descolada da pastilha cor azul capri. É possível verificar que a cola não segurou a pastilha.

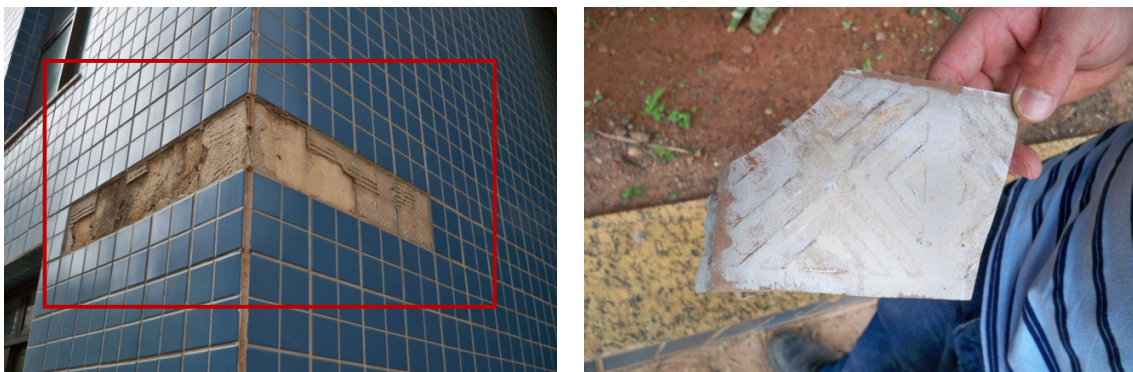


Figura 5.9 – Detalhe de descolamento misto (foto da esquerda). Fragmento de pastilha descolada (foto da direita)

Fonte: Autor

A Figura 5.10 apresenta a patologia de descolamento na fachada esquerda e na fachada posterior. Observa-se nesse caso que o descolamento é muito maior que as outras áreas alcançando uma porcentagem em torno de 43 % na inspeção visual e uma porcentagem em torno de 62 % para o teste de som.



Figura 5.10 – Descolamento da fachada da lateral esquerda.

Fonte: Autor

Na Figura 5.11 e 5.12 evidenciam as áreas afetadas na fachada posterior, deve-se notar que o revestimento da parte central na cor argila estando esta praticamente intacta, apenas com descolamentos mínimos em relação à fachada total.



Figura 5.11– Descolamento da fachada posterior.

Fonte: Autor



Figura 5.12– Descolamento da fachada posterior.

Fonte: Autor

A Tabela 5.1 apresenta um resumo das áreas de descolamentos para facilitar a visualização da dimensão dos problemas apresentados.

Tabela 5.1 – Resumo das áreas de descolamento

Fonte: Autor

Fachadas	Porcentagens de descolamento	
	Visual	Percussão
Frontal	31%	53%
Posterior	43%	62%
Lateral esquerda	43%	62%
Lateral direita	21%	53%

Após a inspeção externa, fez-se uma inspeção interna nos apartamentos para verificar as possíveis consequências desse problema. A Figura 5.13 evidencia

infiltrações com formação de bolhas na pintura das paredes de vedação do edifício, indício que o RCF perdeu totalmente sua função como vedação da edificação.



Figura 5.13– Infiltrações nos apartamentos

Fonte: Autor

A Figura 5.14 evidencia a deteriorização do material de preenchimento das juntas.



Figura 5.14 – Juntas deterioradas

Fonte: Autor

5.2.2 Anamnese do caso

As informações obtidas sobre o Condomínio foram relatadas pela Síndica por meio de uma entrevista contemplativa e foram valiosas para o diagnóstico. Foram elas:

- Nenhuma inspeção predial ou manutenção foi realizada até a data da vistoria.
- A referida edificação algum tempo após entrega da obra, já manifestou algumas patologias: destacamento do revestimento das fachadas e infiltrações provenientes desta.
- Um condômino conhecia o Engenheiro da obra e relatou em uma conversa que o panos para o assentamento da cerâmica eram abertos em uma distancia grande, podendo afetar gravemente o tempo limite em aberto da argamassa de assentamento.

5.2.3 Exames complementares

Os ensaios para determinação da resistência de aderência à tração, foram realizados em cinco áreas, no intuito de avaliar o desempenho da argamassa de emboço e a argamassa colante utilizada no assentamento da cerâmica. Conforme a norma NBR 13.755 (ABNT, 1996) foram realizados 6 (seis) pontos de arrancamento da cerâmica e 12 (doze) pontos de arrancamento de argamassa de emboço em cada área de ensaio conforme recomendado pela NBR 13.528 (ABNT, 2010). A figura 5.2 ilustra onde foram realizados os ensaios.

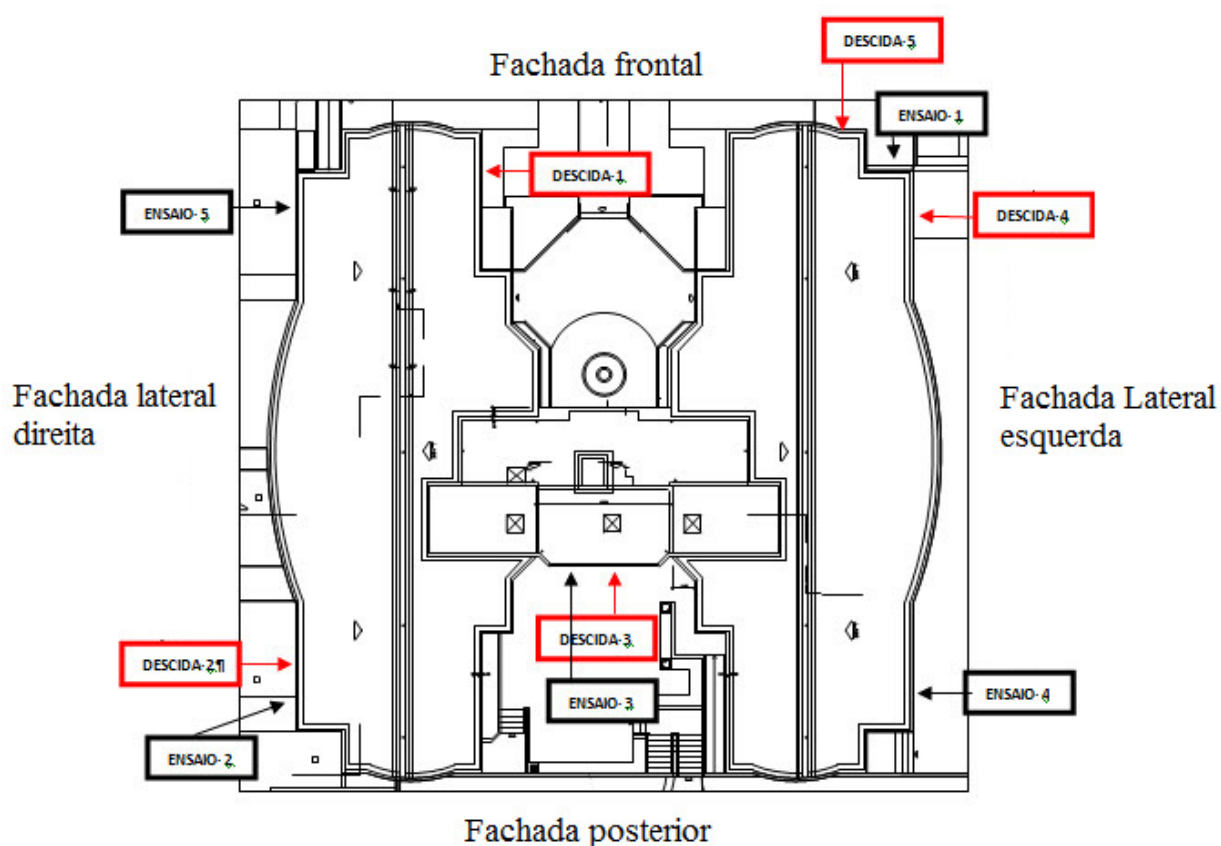


Figura 5.15 – Localização dos ensaios

O primeiro ponto foi realizado na fachada direita perto da entrada da garagem e descrito na Figura 5.15 como Ensaio 2. Os resultados foram satisfatórios à norma que pede quatro corpos de prova acima de 0,30 MPa. Na argamassa de emboço o

resultado foi satisfatório, ou seja, acima de oito corpos de prova com resistência superiores à 0,30 MPa.

O segundo ponto foi realizado na fachada direita perto da entrada principal na Figura 5.15 mostrada como Ensaio 5. Os resultados foram insatisfatórios, apenas três corpos de prova acima de 0,30 MPa. E na argamassa de emboço o resultado foi abaixo do requerido por norma. Apenas dois corpos de prova passaram de 0,30 MPa.

O terceiro ponto foi realizado na fachada frontal perto da antiga guarita do zelador mostrado na Figura 5.2 como Ensaio 1. Os resultados atingiram o desejado por norma para o ensaio da cerâmica e para o emboço apenas um corpo de prova alcançou o desejado por norma.

O quarto ponto foi realizado na fachada esquerda perto da garagem na Figura 5.15 foi marcado como o Ensaio 4. Os resultados ficaram abaixo dos valores recomendados pelas normas em ambos os testes.

O quinto e último ponto foi realizado na fachada posterior mostrado na Figura 5.15 como o Ensaio 3. O resultado na cerâmica foi satisfatório à norma. O resultado do emboço não foi atingido o requerido por norma. A tabela 5.1 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

Tabela 5.2 – Resumo dos resultados obtidos nos testes de aderência à tração

Fonte: Autor

Locais de ensaio	Resultado dos testes	
	Emboço	Cerâmica
Ensaio 1	Insatisfatório	Satisfatório
Ensaio 2	Satisfatório	Satisfatório
Ensaio 3	Insatisfatório	Satisfatório
Ensaio 4	Insatisfatório	Insatisfatório
Ensaio 5	Insatisfatório	Insatisfatório

As Figuras 5.16, 5.17, 5.18 e 5.19 exemplificam alguns dos resultados obtidos nos testes de resistência da cerâmica e a área de testes do revestimento e argamassa.



Figura 7 - Detalhe de rompimento entre argamassa colante e cerâmica (foto da esquerda).Área de testes (foto da esquerda).

Fonte: Autor



Figura 8 - a) Detalhe de rompimento entre argamassa colante e emboço (foto da esquerda) .Detalhe de fratura no substrato (foto da direita).

Fonte: Autor



Figura 5.18 9- Detalhe de rompimento no substrato. b) Detalhe de rompimento entre argamassa colante cerâmica e no substrato (foto da direita).

Fonte: Autor



Figura 5.19 - Detalhe de rompimento entre cerâmica/ argamassa colante (foto da esquerda). Detalhe de rompimento entre a argamassa colante, cerâmica e substrato (foto da direita).

Fonte: Autor

As Figuras 5.20, 5.21 e 5.22 exemplificam alguns dos resultados obtidos nos testes de resistência de aderência da argamassa de emboço.



Figura 5.20 10– Detalhe de fratura na interfase substrato/chapisco (foto da esquerda). Detalhe de rompimento no emboço (foto da direita)

Fonte: Autor



Figura 5.21 11– Detalhe de rompimento no emboço

Fonte: Autor



Figura 5.22 12- Detalhe de rompimento no emboço

Fonte: Autor

Os resultados obtidos nos testes estão contidos detalhadamente no anexo A deste trabalho.

5.3 Diagnóstico

Durante todos os ensaios verificou-se uma fragilidade da argamassa no corte com serra copo e desfragmentação superficial. Assim como uma desintegração (pó) na hora de manipular os corpos de prova. Isso indica uma falta de aglomerantes na composição da dosagem dessa camada.

Conforme foi observado nas fotos há a presença das ranhuras da desempenadeira. Houve uma falha da mão-de-obra na execução dessa camada que causou um retardo na hora de assentamento provocando um ressecamento e a queda da resistência e da aderência da argamassa de assentamento e condenando a maioria dos serviços.

Em todo o edifício verificou-se que o preenchimento das juntas estão se deteriorando e assim, perde-se a função de vedação das juntas facilitando a infiltração de água das chuvas.

Percebe-se o risco iminente de queda dos revestimentos cerâmicos, nas áreas perimetrais da edificação e é necessário o isolamento da área em questão.

Por fim, para o restabelecimento das condições de segurança, estabilidade e estanqueidade das fachadas, a edificação deve ser submetida à reforma completa dos elementos das fachadas emboço/reboco e revestimentos cerâmicos.

Capítulo 6 – Conclusões

Conforme pôde ser visto, as patologias tiveram sua origem, em sua maioria, na má especificação de materiais e na insuficiência de qualidade da mão-de-obra. O mercado da construção cresceu muito nos últimos tempos e infelizmente a qualidade dos serviços caíram consideravelmente.

O RCF por ser composto de várias camadas e depender muito da correlação entre elas, facilita o surgimento de patologias, quando há a mão de obra desqualificada.

Esse trabalho induz o leitor a perceber essa complexidade do RCF de forma que sua execução seja mais responsável, tanto na fiscalização como na especificação dos materiais.

O revestimento cerâmico apresenta qualidades como: ótima duração e baixa manutenção. Os engenheiros responsáveis por uma obra que utiliza o sistema RCF têm como obrigação garantir o máximo de durabilidade possível para esse revestimento. Com o lançamento da nova norma desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2013) essa obrigação se tornou mais clara e objetiva. Com o lançamento da norma ficou mais fácil para o usuário exigir, judicialmente, qualidade nas construções.

Grandes construtoras do Distrito Federal já abandonaram o seu uso por motivos econômicos, pois estão sendo obrigadas, judicialmente, a arcar com os custos de reparação das fachadas quando há problemas. Se ocorrer o desuso do sistema de RCF perderemos um grande aliado na vida útil dos edifícios.

Embora o RCF seja largamente utilizado em todo o mundo ele ainda carece de uma evolução tecnológica, principalmente no que se refere ao método de execução. A grande quantidade de defeitos com essa origem atesta para essa necessidade.

Portanto deve-se haver um maior controle e consciência por parte dos profissionais e especificadores, para que haja qualidade e economia na construção civil e a diminuição de resíduos gerados pelas reformas necessárias quando não há eficiência do sistema empregado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7200 –

Execução de revestimentos de paredes e tetos de argamassa inorgânica. Rio de Janeiro, 1998.

.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 13528 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 13749 – Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas: especificação. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 13755 –

Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: especificação. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 13818 – Placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 14081 –

Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 14992 –

Argamassa a base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas : Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). Números do setor. Acesso em março de 2013.

ANTUNES, Giselle Reis. Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília - sistematização da incidência de casos. 2010. xxi, 178 f. : Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2010.

BARROS, Mercia Maria Bottura, Taniguti, Eliana Kimie, Ruiz, Luciana Beltrati, Sabbatini, Fernando Henrique. Setembro/97. Notas de aula: patologias em revestimentos verticais. EPUSP/PCC/CPQDCC. Grupo de ensino pesquisa e extensão em tecnologia e gestão da produção na construção civil.

CAMPANTE, Edmilson Freitas. Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – nº4 de outubro de 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) –

GRIPP, R.A. A importância do projeto de revestimento de fachada, para a redução de patologias. Monografia para especialização em Construção – Escola de engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Vitória, 2008.

JUST, Angelo C. S. Deslocamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife. 2001. Dissertação (Mestrado). São Paulo, 2001.

LEAL, Franz Eduardo Castelo Branco. Estudo do desempenho do chapisco como procedimento de preparação de base em sistemas de revestimento. Dissertação

(mestrado - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2003.

MACIEL, L. L. ;BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H.; Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos

MORAIS, Ana Isabel Barbosa. Soluções de reabilitação de fachadas com revestimento em ladrilhos cerâmicos. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia do Porto. Porto, 2007.

ROSCOE, Márcia Taveira. Patologias em revestimento cerâmico de fachada. 2008. Monografia para especialização em Construção – Escola de engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

SABBATINI F.H , Medeiros J.S.,. Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios / J.S. Medeiros, F.H. Sabbatini. -- São Paulo: EPUSP, 1999. 28 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/246).São Paulo, 1999.

SABBATINI, F.H.; BARROS, M. M. S. B. Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas. 2001. Revisão do relatório técnico, SABBATINI, F.H.; BARROS, M. M. S. B. Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação e em alvenaria - Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, R6-06/90 – EP/ENCOL-6, São Paulo, 1990.

SHOHET, I.M ; LAUFER, A. Exterior cladding methods: a technoeconomics analysis. Journal of Construction Engineering and management, V1222, n. 3, p 242-247, 1996.

TAN, K.S. et al. Non-destructive assessment of voids in tiled walls. In: International conference on building envelope systems and technology, Singapore, 1994. Proceedings. Singapore, CIDB, p. 91-96.

UEMOTO, K. L. Patologia: danos causados por eflorescência. Tecnologia de Edificações, São Paulo. PINI/ IPT – Instituto de pesquisas tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT. 1988. p 561-64.

ANEXO A – Planilhas e gráficos obtidos nos testes de resistência à tração do emboço e da cerâmica

Tabela 1 – Resultados dos testes de resistência à tração da cerâmica

ENSAIO DE ADERÊNCIA CERÂMICA																
OBRA:	Edifício Heitor Villa Lobos						ENDEREÇO:									
DATA:	05/06/2013				HORA:		12:30		CLIMA E TEMPERATURA:					Nublado (20°C)		
LOCALIZAÇÃO DO PONTO:					Ponto 1 (fundo da fachada localizada na lateral direita do edifício)											
CP	DESCRIÇÃO	BASE	ALTURA	AREA	CARGA	TENSAO	FORMA DE RUPTURA(%)								ESPESSURA	
		(mm)	(mm)	(mm2)	(Kg)	(MPa)	A	B	C	D	E	F	G	H	(mm)	
1	8	92,40	97,16	8977,58	355,40	0,39									0,00	
2	9	98,65	97,27	9595,69	752,20	0,77		1							4,80	
3	10	95,54	95,70	9143,18	907,40	0,97		1							3,95	
4	11	97,54	95,21	9286,78	221,70	0,23							1		2,08	
5	12	100,74	97,23	9794,95	671,50	0,67				1					10,23	
MEDIA		96,97	96,51	9359,64	581,64	0,61	0	2	0	1	0	0	1	0	4,21	
OBSERVAÇÕES:																

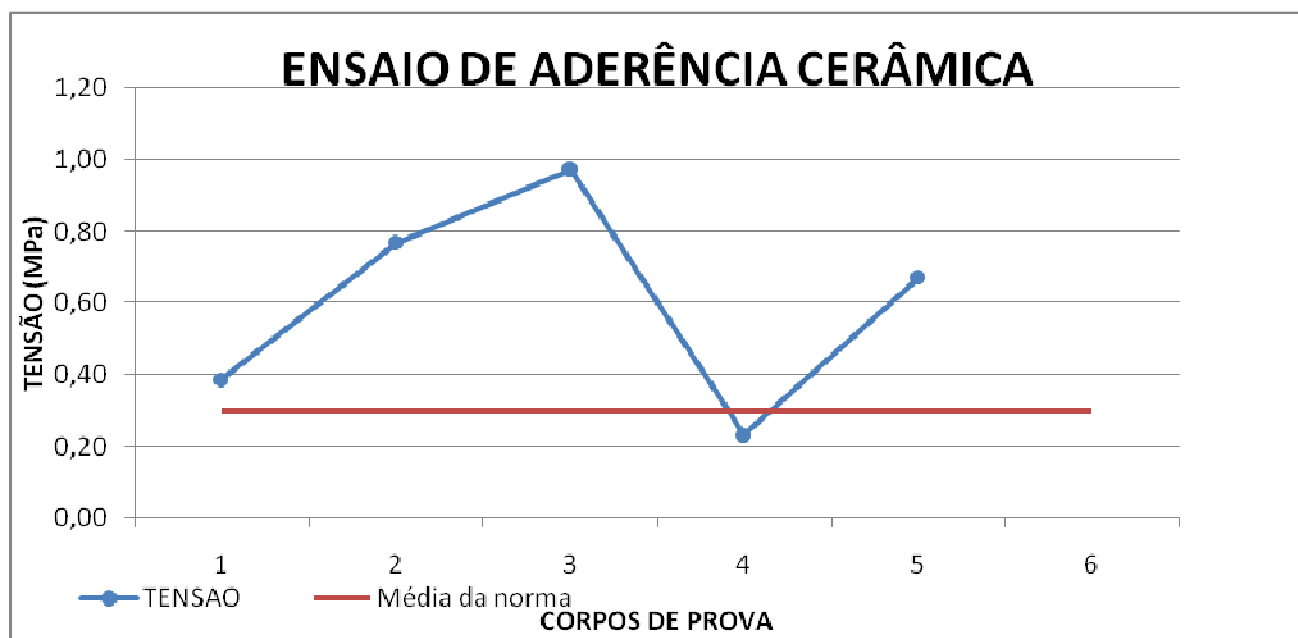


Gráfico 1 – Resultados dos testes de resistência à tração da cerâmica

Tabela 2 – Resultados dos testes de resistência à tração da argamassa de emboço

ENSAIO DE ADERÊNCIA ARGAMASSA																
OBRA:	Edifício Heitor Villa Lobos							ENDEREÇO:								
DATA:	05/06/2013				HORA:	12:30		CLIMA E TEMPERATURA:					Nublado (20°C)			
LOCALIZAÇÃO DO PONTO:					Ponto 1 (fundo da fachada localizada na lateral direita do edifício)											
CP	DESCRIÇÃO	DIAMETRO (mm)			AREA	CARGA	TENSAO	FORMA DE RUPTURA(%)							ESPESSURA	
		D1	D2	D MEDIA	(mm2)	(Kg)	(MPa)	A	B	C	D	E	F	G	(mm)	
1	38	48,02	47,34	47,68	1785,51	57,20	0,31		1						3,90	
2	39	48,95	48,89	48,92	1879,59	82,40	0,43			1					24,51	
3	42	48,90	49,27	49,085	1892,29	74,30	0,39			1					19,49	
4		48,93	48,95	48,94	1881,13	69,40	0,36					1			21,39	
5	19	49,35	48,88	49,115	1894,60	74,60	0,39					1			21,98	
6		48,92	48,92	48,92	1879,59	56,30	0,29	1							17,09	
7	123	48,49	48,88	48,685	1861,57	0,00	0,00		1						2,80	
8		48,8	48,79	48,795	1870,00	72,90	0,38					1			17,78	
9		48,86	49	48,93	1880,36	0,00	0,00	1							20,43	
10		48,98	48,85	48,915	1879,20	83,00	0,43			1					22,44	
11	32	48,92	48,09	48,505	1847,83	0,70	0,00	1							23,91	
12	37	48,76	48,59	48,675	1860,81	105,40	0,56			1					23,14	
13	41	48,84	48,26	48,55	1851,26	80,50	0,43								3,69	
MEDIA		48,82	48,67	48,75	1866,44	58,21	0,31	3	2	4	0	3	0	0	17,12	
OBSERVAÇÕES:																

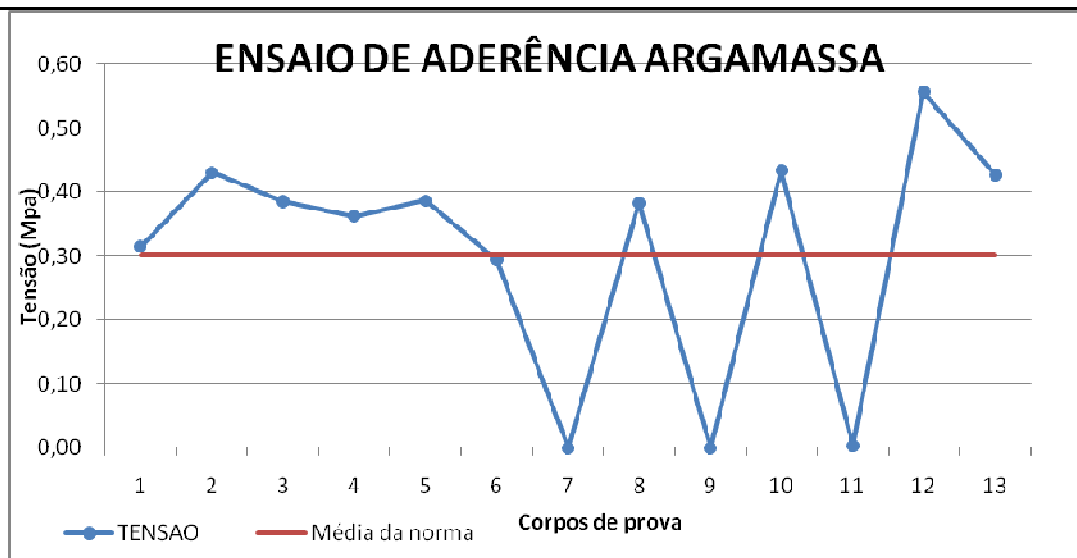


Gráfico 2 – Resultados dos testes de resistência à tração da argamassa de emboço

Tabela 3 – Resultados dos testes de resistência à tração da cerâmica

ENSAIO DE ADERÊNCIA CERÂMICA															
OBRA:	Edifício Heitor Villa Lobos						ENDEREÇO:								
DATA:	05/06/2013				HORA:		12:30		CLIMA E TEMPERATURA:				Nublado (20°C)		
LOCALIZAÇÃO DO PONTO:					Ponto 2(fachada localizada na lateral direita do edifício, próximo à entrada)										
CP	DESCRIÇÃO	BASE	ALTURA	AREA	CARGA	TENSAO	FORMA DE RUPTURA(%)								ESPESSURA
		(mm)	(mm)	(mm2)	(Kg)	(MPa)	A	B	C	D	E	F	G	H	(mm)
1		95,46	95,46	9112,61	191,90	0,21					1				2,30
2	8	97,91	97,91	9586,37	43,10	0,04					1				3,14
3	9	96,34	96,34	9281,40	485,30	0,51					1				3,44
4	10	96,24	96,24	9262,14	485,30	0,51	1								3,85
5	11	94,53	94,53	8935,92	231,10	0,25					1				3,92
6	12	97,80	97,80	9564,84	629,20	0,65	1								4,12
MEDIA		96,38	96,38	9290,55	344,32	0,36	2	0	0	0	4	0	0	0	3,46
OBSERVAÇÕES:															

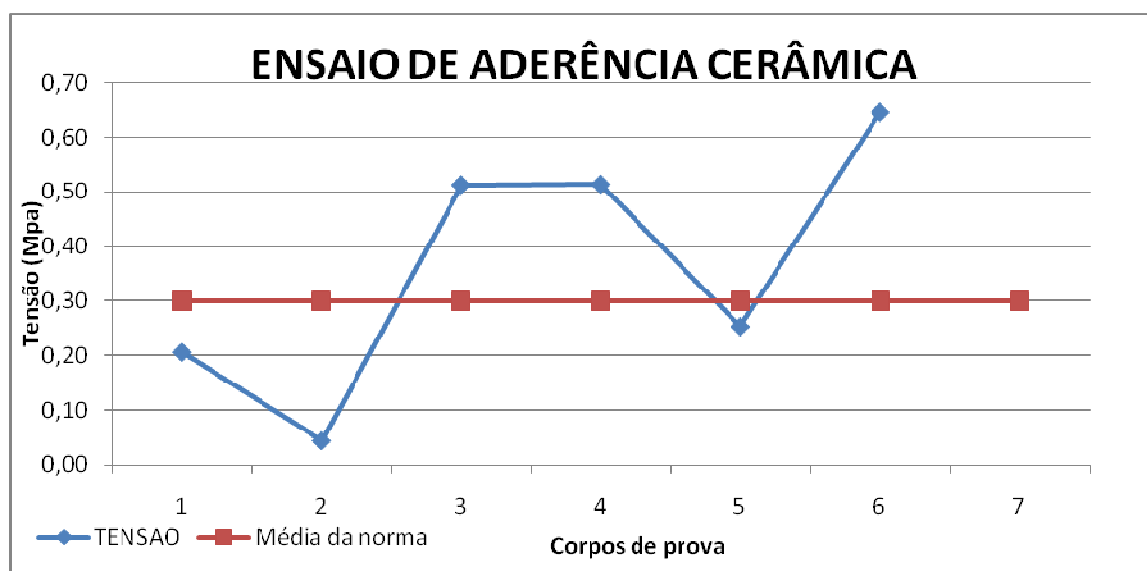


Gráfico 3 – Resultados dos testes de resistência à tração da cerâmica

Tabela 4 – Resultados dos testes de resistência à tração da argamassa de emboço

ENSAIO DE ADERÊNCIA ARGAMASSA															
OBRA:	Edifício Heitor Villa Lobos							ENDEREÇO:							
DATA:	05/06/2013				HORA:		12:30		CLIMA E TEMPERATURA:				Nublado (20°C)		
LOCALIZAÇÃO DO PONTO:					Ponto 2(fachada localizada na lateral direita do edifício, próximo à entrada)										
CP	DESCRIÇÃO	DIAMETRO (mm)			AREA	CARGA	TENSAO	FORMA DE RUPTURA(%)							ESPESSURA
		D1	D2	D MEDIA	(mm2)	(Kg)	(MPa)	A	B	C	D	E	F	G	(mm)
1	45	48,73	49,08	48,905	1878,44	8,80	0,05	1							22,04
2	41	48,78	48,68	48,73	1865,02	4,00	0,02	1							15,55
3		48,77	48,71	48,74	1865,78	6,60	0,03			1					41,53
4	7	48,81	49,14	48,975	1883,82	0,00	0,00	1							23,79
5	2	48,56	48,41	48,485	1846,31	155,20	0,82	1							32,98
6	22	48,63	48,69	48,66	1859,66	31,50	0,17			1					25,21
7	34	48,9	48,9	48,9	1878,05	23,60	0,12			1					46,18
8	11	48,75	48,79	48,77	1868,08	25,20	0,13			1					41,69
9	127	48,74	48,98	48,86	1874,98	17,10	0,09	1							36,47
10	31	48,78	49,02	48,9	1878,05	67,70	0,35			1					30,70
11	28	48,77	48,79	48,78	1868,85	9,90	0,05								37,51
MEDIA		48,75	48,84	48,79	1869,73	31,78	0,17	5	0	5	0	0	0	0	32,15
OBSERVAÇÕES:															

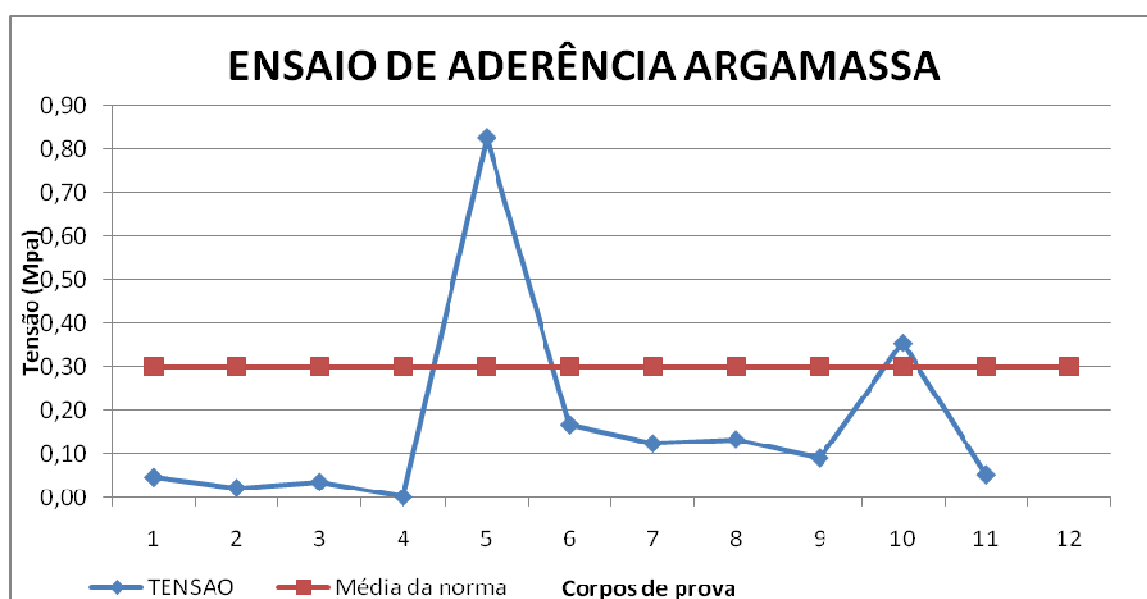


Gráfico 4 – Resultados dos testes de resistência à tração da argamassa de emboço

Tabela 5 – Resultados dos testes de resistência à tração da cerâmica

ENSAIO DE ADERÊNCIA CERÂMICA															
OBRA:	Edifício Heitor Villa Lobos						ENDEREÇO:								
DATA:	08/06/2013				HORA:		09:30		CLIMA E TEMPERATURA:				Ensolarado (22°C)		
LOCALIZAÇÃO DO PONTO:					Ponto 3(lado esquerdo da fachada frontal)										
CP	DESCRIÇÃO	BASE	ALTURA	AREA	CARGA	TENSAO	FORMA DE RUPTURA(%)								ESPESSURA
		(mm)	(mm)	(mm2)	(Kg)	(MPa)	A	B	C	D	E	F	G	H	(mm)
1	6	98,16	98,50	9668,76	260,40	0,26				1					2,82
2	8	101,12	99,55	10066,50	323,00	0,31				1					2,89
3	9	97,98	98,79	9679,44	200,70	0,20							1		0,00
4	10	100,16	101,76	10192,28	488,20	0,47							1		2,73
5	11	100,04	101,04	10108,04	372,60	0,36							1		2,50
6	12	100,38	98,52	9889,44	360,30	0,36							1		0,00
MEDIA		99,64	99,69	9934,08	334,20	0,33	0	0	0	2	0	0	4	0	1,82
OBSERVAÇÕES:															

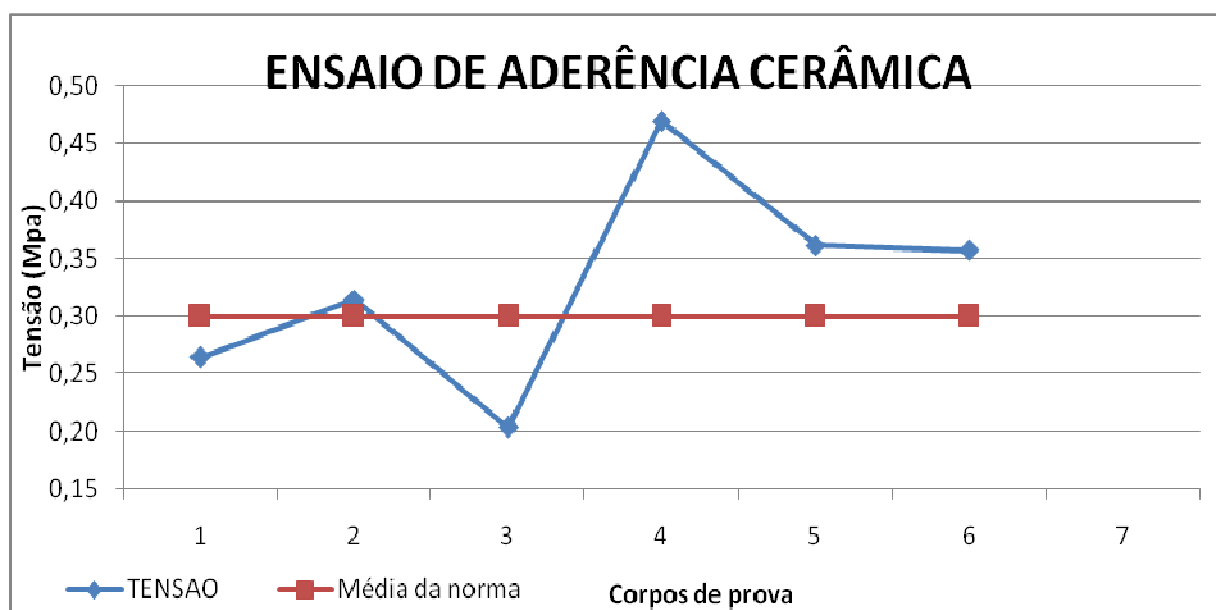


Gráfico 5 – Resultados dos testes de resistência à tração da cerâmica

Tabela 6 – Resultados dos testes de resistência à tração da argamassa de emboço

ENSAIO DE ADERÊNCIA ARGAMASSA															
OBRA:	Edifício Heitor Villa Lobos							ENDEREÇO:							
DATA:	08/06/2013				HORA:		09:30		CLIMA E TEMPERATURA:				Ensolarado (22°C)		
LOCALIZAÇÃO DO PONTO:					Ponto 3(lado esquerdo da fachada frontal)										
CP	DESCRIÇÃO	DIAMETRO (mm)			AREA	CARGA	TENSAO	FORMA DE RUPTURA(%)							ESPESSURA
		D1	D2	D MEDIA	(mm2)	(Kg)	(MPa)	A	B	C	D	E	F	G	(mm)
1	4	48,73	48,84	48,785	1869,23	3,20	0,02			1					47,56
2	2	48,73	48,77	48,75	1866,55	57,00	0,30			1					41,82
3	42	44,13	49,45	46,79	1719,48	51,50	0,29			1					30,03
4	127	48,57	49,32	48,945	1881,51	9,30	0,05			1					36,29
5	7	48,51	49,26	48,885	1876,90	0,00	0,00			1					33,41
6	39	48,95	49,22	49,085	1892,29	13,80	0,07			1					34,58
7	32	49,05	49,63	49,34	1912,00	55,30	0,28			1					28,47
8	28	48,96	48,85	48,905	1878,44	23,00	0,12	1							24,75
9	38	48,96	48,77	48,865	1875,36	29,80	0,16	1							26,45
10	10	48,85	48,94	48,895	1877,67	18,00	0,09			1					31,96
11	31	48,95	48,88	48,915	1879,20	60,50	0,32			1					27,53
12	122	49,18	48,91	49,045	1889,21	27,80	0,14			1					29,70
MEDIA		48,46	49,07	48,77	1868,15	29,10	0,15	2	0	10	0	0	0	0	32,71
OBSERVAÇÕES:															

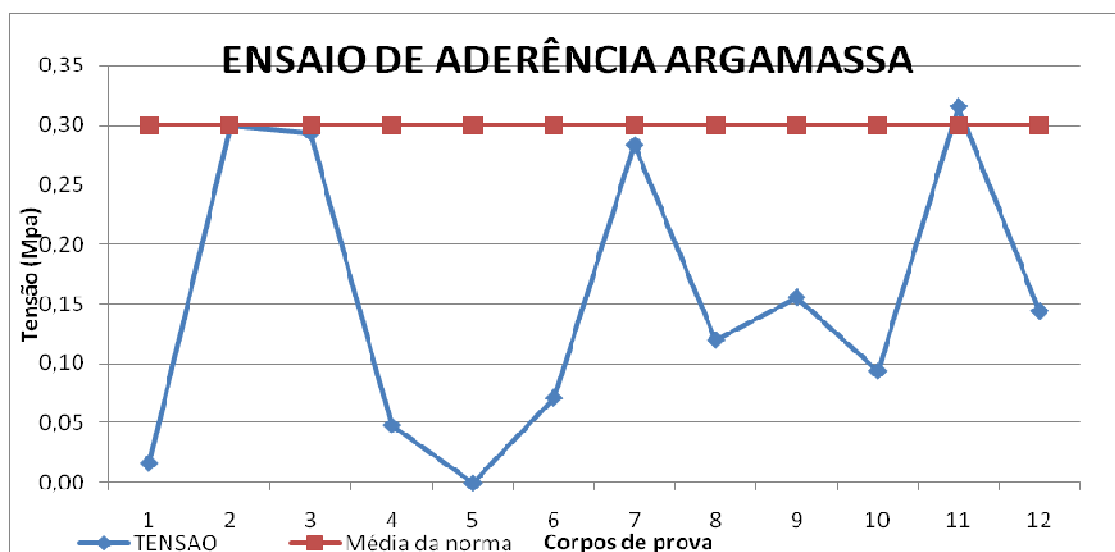


Gráfico 6 – Resultados dos testes de resistência à tração da argamassa de emboço

Tabela 7 – Resultados dos testes de resistência à tração da cerâmica

ENSAIO DE ADERÊNCIA CERÂMICA															
OBRA:	Edifício Heitor Villa Lobos						ENDEREÇO:								
DATA:	08/06/2013				HORA:		09:30		CLIMA E TEMPERATURA:				Ensolarado (22°C)		
LOCALIZAÇÃO DO PONTO:					Ponto 4(fundo da fachada lateral esquerda)										
CP	DESCRIÇÃO	BASE	ALTURA	AREA	CARGA	TENSAO	FORMA DE RUPTURA(%)								ESPESSURA
		(mm)	(mm)	(mm2)	(Kg)	(MPa)	A	B	C	D	E	F	G	H	(mm)
1		88,03	81,53	7177,09	203,50	0,28	1								3,33
2	8	93,08	93,35	8689,02	6,64	0,01	1								1,84
3	9	98,11	99,34	9746,25	5,14	0,01	1								0,00
4	10	98,99	84,79	8393,36	6,30	0,01	1								0,00
MEDIA		94,55	89,75	8501,43	55,40	0,07	4	0	0	0	0	0	0	0	1,29
OBSERVAÇÕES:															

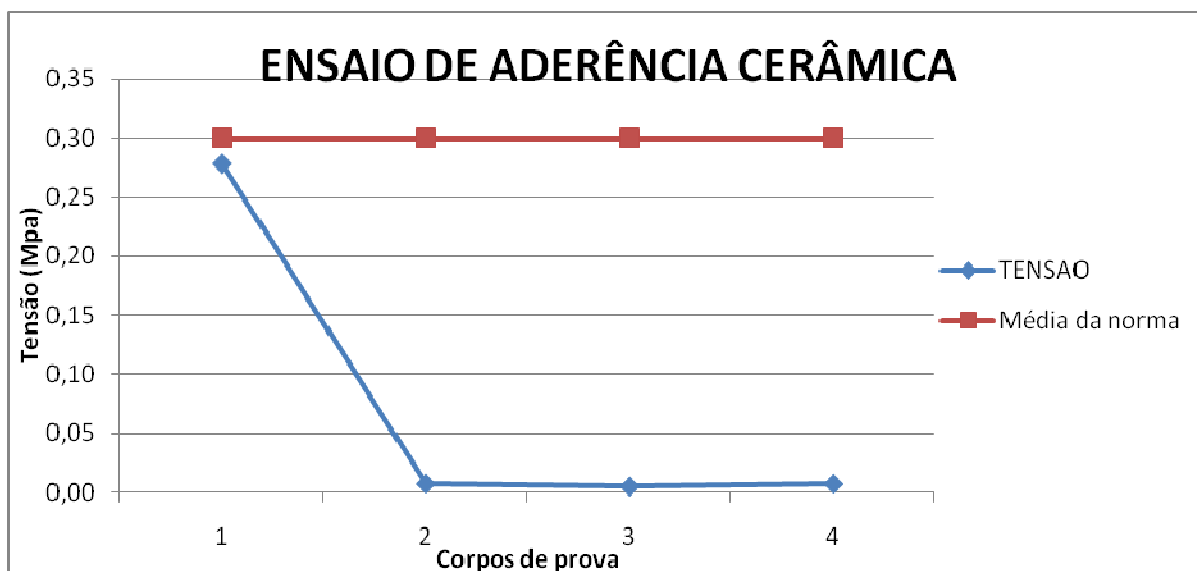


Gráfico 7 – Resultados dos testes de resistência à tração da cerâmica

Tabela 8 – Resultados dos testes de resistência à tração da argamassa de emboço

ENSAIO DE ADERÊNCIA ARGAMASSA															
OBRA:	Edifício Heitor Villa Lobos							ENDEREÇO:							
DATA:	08/06/2013				HORA:		09:30		CLIMA E TEMPERATURA:					Ensolarado (22°C)	
LOCALIZAÇÃO DO PONTO:					Ponto 4(fundo da fachada lateral esquerda)										
CP	DESCRIÇÃO	DIAMETRO (mm)			AREA	CARGA	TENSAO	FORMA DE RUPTURA(%)							ESPESSURA
		D1	D2	D MEDIA	(mm2)	(Kg)	(MPa)	A	B	C	D	E	F	G	(mm)
1	6	48,92	48,9	48,91	1878,82	0,00	0,00								44,18
2	41	49,47	49,2	49,335	1911,61	18,70	0,10			1					44,36
3	8	48,84	48,82	48,83	1872,68	1,80	0,01	1							16,33
4	43	48,78	49,12	48,95	1881,89	2,50	0,01					1			13,21
5	34	49,32	49,28	49,3	1908,90	11,10	0,06			1					31,55
6	23	49,06	48,36	48,71	1863,49	7,10	0,04	1				1			10,36
7	9	48,83	48,96	48,895	1877,67	2,40	0,01								11,90
8	11	49,59	49,19	49,39	1915,88	22,30	0,11			1					40,66
9	41	48,87	49,34	49,105	1893,83	15,40	0,08	1							28,54
10	3	48,97	49,07	49,02	1887,28	2,80	0,01			1					31,41
11	45	48,51	48,98	48,745	1866,16	13,20	0,07	1							12,56
12	37	48,9	49,42	49,16	1898,08	24,00	0,12			1					34,81
MEDIA DE TENSÃO		49,01	49,05	49,03	1888,02	10,11	0,05	4	0	5	0	2	0	0	26,66
OBSERVAÇÕES:															

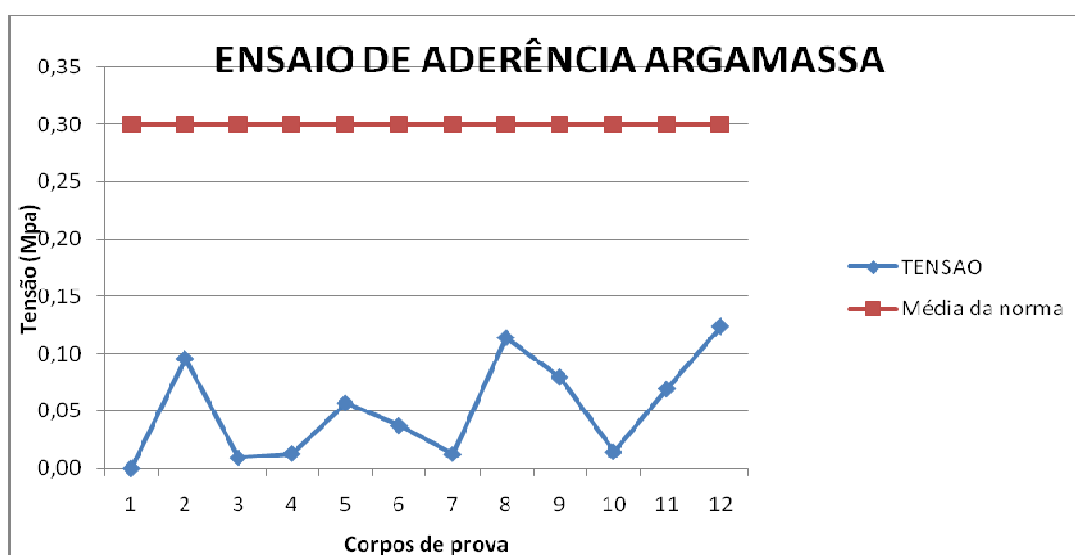


Gráfico 8 – Resultados dos testes de resistência à tração da argamassa de emboço

Tabela 9 – Resultados dos testes de resistência à tração da cerâmica

ENSAIO DE ADERÊNCIA CERÂMICA															
OBRA:	Edifício Heitor Villa Lobos						ENDEREÇO:								
DATA:	08/06/2013				HORA:		16:30		CLIMA E TEMPERATURA:				Ensolarado (22°C)		
LOCALIZAÇÃO DO PONTO:					Ponto 5 (localiza-se no meio da fachada posterior)										
CP	DESCRIÇÃO	BASE	ALTURA	AREA	CARGA	TENSAO	FORMA DE RUPTURA(%)								ESPESSURA
		(mm)	(mm)	(mm2)	(Kg)	(MPa)	A	B	C	D	E	F	G	H	(mm)
1	9	97,26	98,44	9574,27	448,00	0,46			1						9,49
2	2	98,32	98,05	9640,28	407,80	0,41			1						8,02
3	4	99,25	99,07	9832,70	443,20	0,44			1						14,84
4	1	99,02	98,75	9778,23	458,40	0,46				1					16,41
5	6	100,14	98,17	9830,74	286,90	0,29		1							11,16
MEDIA		98,80	98,50	9731,24	408,86	0,41	0	1	3	1	0	0	0	0	11,98
OBSERVAÇÕES:															

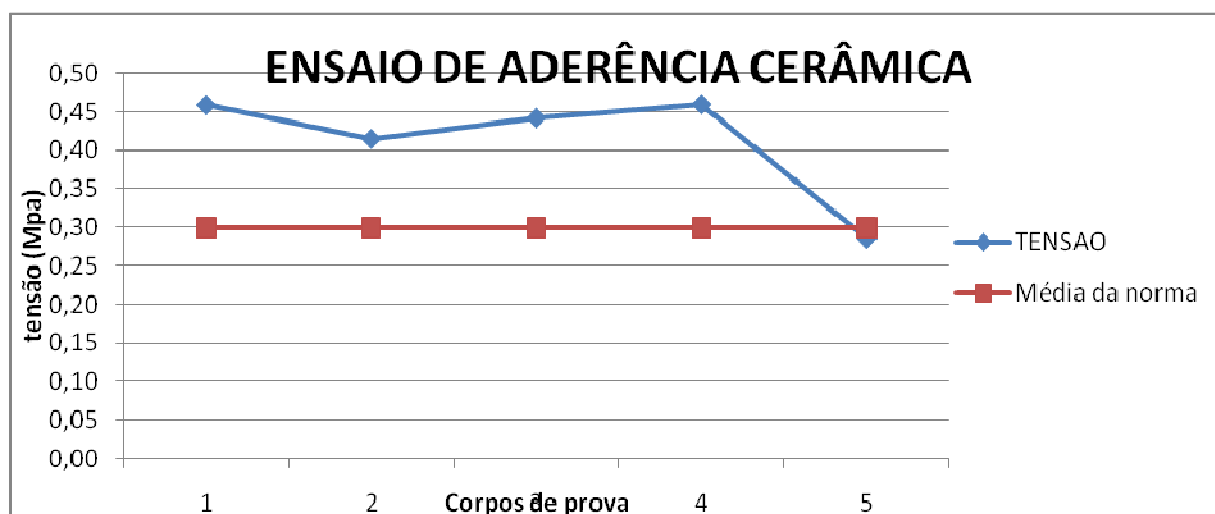


Gráfico 9 – Resultados dos testes de resistência à tração da cerâmica

Tabela 10 – Resultados dos testes de resistência à tração da argamassa de emboço

ENSAIO DE ADERÊNCIA ARGAMASSA															
OBRA:	Edifício Heitor Villa Lobos							ENDEREÇO:							
DATA:	14/06/2013				HORA:		16:30		CLIMA E TEMPERATURA:					Ensolarado (22°C)	
LOCALIZAÇÃO DO PONTO:					Ponto 5 (localiza-se no meio da fachada posterior)										
CP	DESCRIÇÃO	DIAMETRO (mm)			AREA	CARGA	TENSAO	FORMA DE RUPTURA(%)							ESPESSURA
		D1	D2	D MEDIA	(mm2)	(Kg)	(MPa)	A	B	C	D	E	F	G	(mm)
1	38	48,56	48,84	48,70	1862,72	0,00	0,00	1							3,90
2	10	48,98	46,43	47,71	1787,38	3,30	0,02						1		24,51
3	8	48,76	48,81	48,79	1869,23	0,00	0,00					1			0,00
4	123	48,88	48,46	48,67	1860,43	33,60	0,18	1							0,00
5	3	43,46	43,67	43,57	1490,61	0,00	0,00						1		0,00
6	122	48,84	48,64	48,74	1865,78	0,00	0,00	1							0,00
7	32	49,06	49,00	49,03	1888,05	56,20	0,29	1							0,00
8	34	48,70	48,59	48,65	1858,52	84,40	0,45					1			0,00
9	9	48,71	48,67	48,69	1861,96	7,10	0,04	1							0,00
10	37	48,63	48,46	48,55	1850,88	12,80	0,07	1							0,00
11	39	48,88	48,85	48,87	1875,36	31,60	0,17	1							0,00
12	7	48,73	48,99	48,86	1874,98	96,10	0,50	1							0,00
MEDIA		48,35	48,12	48,23	1828,83	27,09	0,14	8	0	0	0	2	2	0	2,37
OBSERVAÇÕES:															

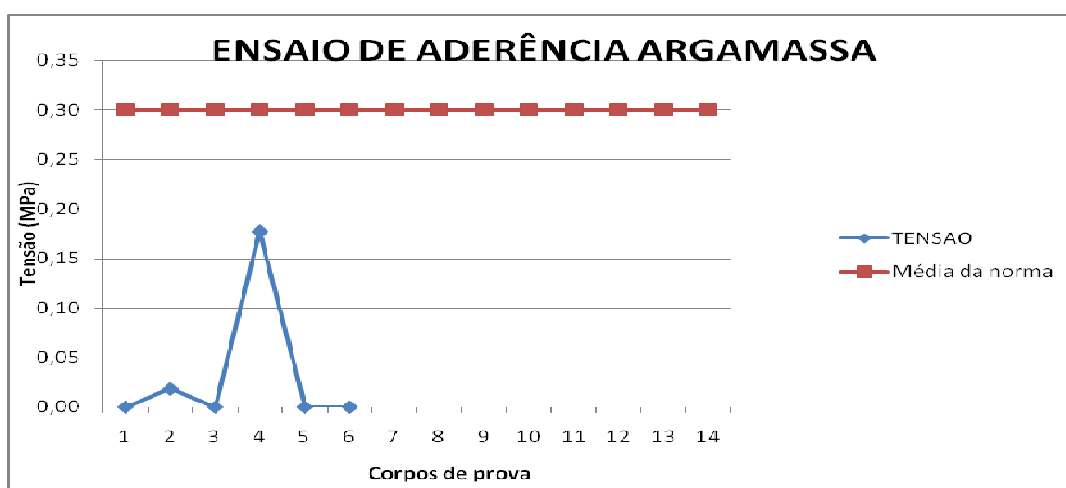


Gráfico 10 – Resultados dos testes de resistência à tração da argamassa de emboço

Anexo B - Formas de ruptura dos corpos de prova

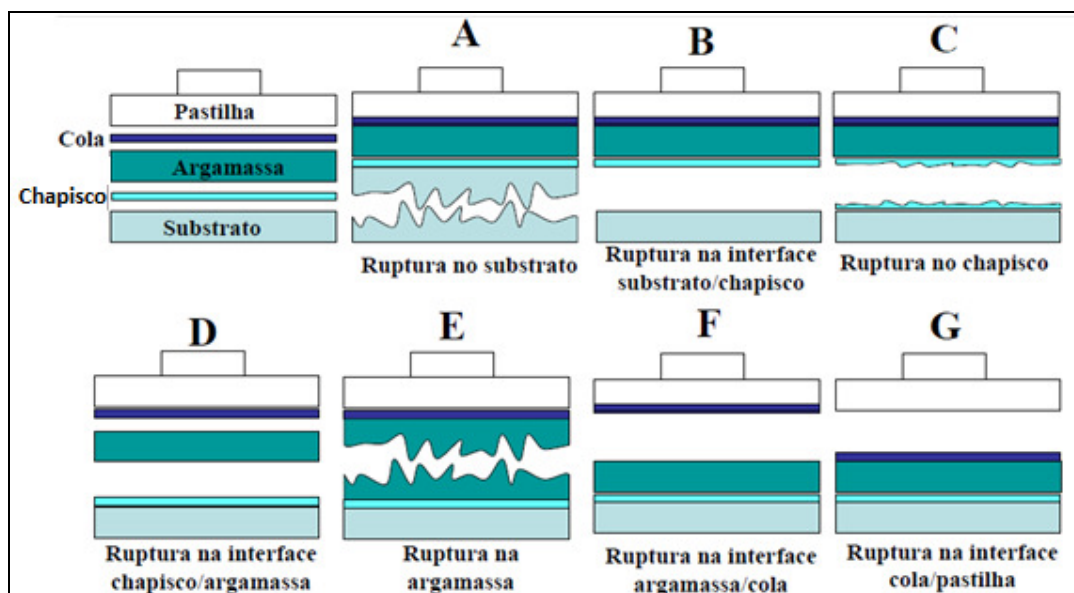


Figura 1 – Formas de ruptura dos corpos de prova